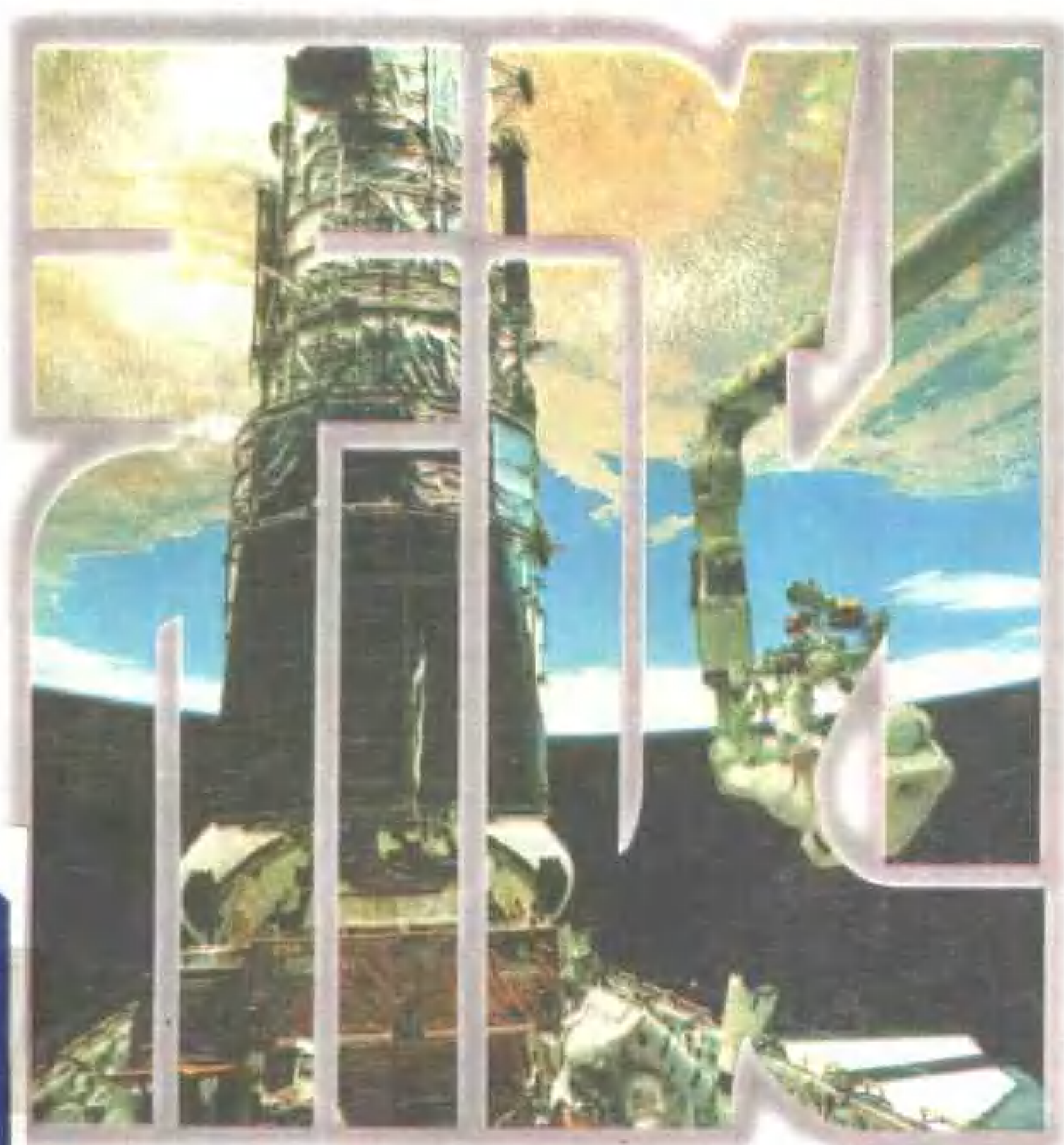
谈天说地丛书

星海探秘

主 编 聂清香 聂晓红

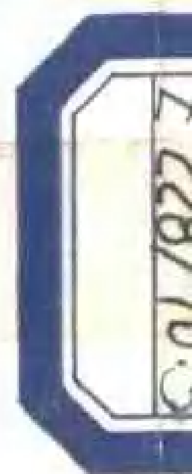


中国人事出版社

总策划 何　发
责任编辑 车　彦
封面设计 王麟生

谈天说地丛书

天地趣话　　天空奇观
星海探秘　　宇宙之谜
天上人间　　大地之奇
蓝色星球　　人与环境
世界漫游　　环球采风



谈天说地(3)

总策划　何　发
主　编　聂清香　聂晓红

星 海 探 秘

编 著　聂清香　焦秋生　张　倩

中国人事出版社

目　　录

一　中国古代天文学家

天文学是一门既古老又现代的科学。说它“古老”，是因为在公元前就有人观测日、月、星辰的运动规律，说它“现代”，是由于现代科学技术的发展，测量、探测仪器的现代化，使人们对宇宙空间的认识更加广阔而且深入了。我国是世界四大文明古国之一，在我们古老而又伟大的中国，许多天文学家都写下了光辉的一页。他们为天文学的发展作出了卓越的贡献。我们永远不会忘记他们的历史功绩。

落下闳

——西汉民间天文学家

落下闳(hóng)，西川阆(làng)中县人，是我国西汉时期民间天文学家，生卒年不详。落下闳爱好天文，喜观天象，曾在我国古代的第一次历法大改革中大显身手。

汉武帝时期，为社会生产的需要，批准司马迁招募民间历法专家20多人，商订新法。落下闳被招进长安，参加了这一

重大工作。司马迁收集了 18 家不同历法，汉武帝亲自审查，逐一斟酌，最后决定采用落下闳的方案。新历于公元前 104 年颁行，并改元封七年为太初元年，新历也因此称为《太初历》。

太初历是我国古代有文字记载来的第一部最完整的历法，现代中外学者对它评价很高。太初历的制定是建立在天象实测的科学基础之上的。落下闳参阅历代天文数据，在中国历史上第一次计算了日食和月食的发生规律。落下闳所测定的肉眼可见的五大行星(水、金、火、木、土星)的会合周期(行星相对太阳从某一位置变化后再回到同一位置的时间)与目前所测数据相差很小，最大的只差半天多点，最小的只有 43 分钟多一点。两千年前，能有如此精确的观测值，世界罕见！

在太初历以前，从秦代到汉代初推行的历法都是以每年的十月为岁首，对生产和生活安排都不方便。太初历改为正月初一为岁首，冬季十二月底为岁末。这一规定一直沿用到今天。

在我们现行的历法中，农历年一般为 12 个月，但有时 13 个月，并称为闰月。闰月安排在什么时间？历法中规定没有“中气”的农历月设为闰月。这一规定来自于两千年前，是落下闳的发明。所谓“中气”是农历二十四节气中的一部分。落下闳将二十四节气分为“中气”和“节气”两部分，从冬至数起，奇数为中气，偶数为节气。如冬至、大寒为中气，小寒、立春为节气。

在制定太初历的过程中，落下闳亲自制造了我国古代第一件比较完整的观测仪器，即落下闳浑仪。它的外表像一个

浑圆的天球。由几道圆环重叠而成，环上刻有周天度数和二十八宿（中国星座）的距离，观测时只要转动圆环，用仪器上的窥管瞄准天体，就可确定和记下天体的位置。这种仪器直到16世纪才在西方出现。

太初历完成后，落下闳鄙薄功名利禄，辞去汉武帝特封的侍中之职，回乡继续为民。

张衡

——东汉著名天文学家

张衡是我国东汉时期的科学家和天文学家，字平子。公元78年出生于河南南阳郡县（今河南南召县南）。

张衡在少年时代就喜欢学习，熟读经书，但他思想活跃，没有被这些经书束缚住自己的思想观点。在公元94年，他年仅16岁时，就离家外出求学，来到当时最繁华的学术文化中心长安（今西安市）。为了考察历史古迹，调查当时的社会政治和经济情况，他不畏严寒酷暑，跋山涉水，历尽艰难，在3年内游览了许多名山大川，取得了大量的科学资料。此后，张衡又来到洛阳，到处寻师访友，刻苦学习，成绩卓著，受到当时官府的重用。

张衡曾两度担任执掌天文的太史令。公元100年以后，他先后担任过各种官职 。到公元115年，第一次担任太史令，掌管历法、观测天文、气象等。这为张衡进一步研究天文

创造了良好的条件。在此期间，张衡还发展了“浑天说”，并设计制造了世界上最早的利用水力转动的“浑天仪”。

浑天说是我国古代的一种宇宙结构学说。最早是战国时代慎到提出的，而张衡则对该学说进行了进一步阐述和发展。他在《浑天仪图注》中论述道：“浑天如鸡子。天体圆如弹丸，地如鸡子中黄，孤居于内，天大而地小；天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，载水而浮……天转如车毂(gū)之运也，周旋无端，其形浑浑，故曰浑天也。”意思是说，天地好像个大鸡蛋，天像蛋壳，地像蛋黄，天像车轮一样运转，无始无终。张衡还认为，“蛋壳”不是宇宙的边界，壳外的宇宙是无限的。他还认为天和地没有分开之前是混混沌沌的，当开始分开之后，轻者上升成为天，重者凝结成为地，天为阳气，地为阴气，二气相互作用便创造了万物，从地溢出的气变成群星。

张衡在公元117年设计制造了世界第一架浑天仪，它能比较准确地测定天象。浑天仪的结构很科学，是一个有铁轴贯穿球心的大球，各层铜圈上分别刻着赤道、黄道、南北极和二十四个节气、二十八宿和日月星辰。浑天仪和一组滴漏壶连接起来，利用水力来推动齿轮，带动浑天仪转动，一天转一圈，则浑天仪上所刻的天文现象，就能按时地自动呈现出来。这充分反映了张衡的聪明智慧和天文知识的丰富。令人遗憾的是，张衡制造的浑天仪原物已下落不明。

公元126年，张衡第二次担任太史令。在这一时期内，他又设计制成了能够测定地震的“地动仪”。这是他从事地震研究所取得的实际成果，于公元132年制成。在地动仪的制造中，他巧妙地运用了惯性原理和杠杆的原理。

张衡还第一次正确解释了月食的成因。他认为月光是日光的反照，月食是由于月球进入地球的影子内而产生的。他的天文著作中有《浑天仪图注》和《灵宪》，总结了当时的天文知识。在《灵宪》一书中，他明确地提出“宇之表无极，宙之端无穷”。可见，他已正确地认识到宇宙的无限性。

刘洪

——东汉天文学家

月亮运动的不均匀性，虽然早在汉初就已察觉到了，但是在历法计算中最早被考虑到还是东汉末刘洪创制的《乾象历》。

刘洪，山东蒙阴人。他从小聪明好学，博览群书，对天文历数尤其爱好。他认为天文历数能“探赜索隐，钩深致远”，于是就致力于天文历法。

汉桓帝延熹年间(公元158—167年)，刘洪应召到洛阳，当了郎中，参与天文历法的观测和计算工作。不久，议郎蔡邕(yōng)受汉灵帝之命，续补《汉书》十志。计划先从《律历志》做起，准备以“筹算为本，天文为验”。为此目的，蔡邕向皇帝推荐了刘洪和他一起来做此事。刘洪和蔡邕一起，查阅和研究了太史官所保存的过去的大量档案资料，包括在所用的历法上加注的实际观测日月五星(水星、金星、火星、木星、土星)等运动的记录，发现了过去历法中的许多问题，这些历法必须

改革或修正数据后方可施行。经过几年的辛苦工作，蔡邕和他合撰了《律历记》。但是正当这书初具头角的时候，却飞来了横祸，由于蔡邕议劾了光晃的图谶(chèn)迷信之说，被加害流放，致使此项工作半途而废。尽管这样，《律历记》仍被流传下来。

刘洪在挫折面前并未灰心，他把研究成果和资料加以整理，创制了《乾象历》法。该历法中考虑到了月亮运行的不均匀性，因此计算的日月食就比较准确了。他创造的这种方法，被后世所沿用。刘洪还通过实测进一步精确了回归年长度和朔望月长度，它们分别为365.2462日和29.53054日，这两个数值比过去的历法要精确得多。《乾象历》中首次给出了黄白交角(黄道与白道交角，白道是月球绕地球转动的轨道)的值，相当于现在的6°.01，并给出了近点月长度(月球连续两次过近地点的时间间隔)为27.55336日。

《乾象历》还未推行，东汉就灭亡了。后来三国时的吴国应用了近60年，直到吴亡。

祖冲之

——南北朝著名科学家

祖冲之是我国南北朝时著名的科学家，在天文、数学和机械等方面都有重要贡献。自晋朝以来，祖冲之的祖先就一直有人在皇家天文机构中任职。在家庭的熏陶下，他从青年时

代起就立志专攻历术。他收集了所有古代观测记录，并把更大的注意力用于天象的实际观测。由于他学术上的声望，不到 30 岁就被推荐进入皇家研究机构。他利用那里良好的研究条件，认真观测和探索，终于在公元 462 年(大明六年)完成了他的杰作——大明历，时年仅 33 岁。

大明历中有两项重大改革，一是引进了岁差，二是改革了闰月的周期。这两项改革一直为后人所公认。

所谓岁差是指回归年与恒星年之差，是公元 330 年晋代虞喜首先发现的。由于地球绕太阳公转的轨道面与地球赤道面不重合，我们在地球上看到的太阳一年在天空中相对恒星走过的轨道(黄道)与地球赤道面延伸到天空所画出的大圆(天赤道)并不重合，二者的两个交点叫春分点和秋分点。春分日时太阳位于春分点，然后离开春分点向东移动，每天在天空移动约 1°，过 365.2422 天就又回到春分点，这一段时间，就称为一个回归年。如果春分点是固定的，太阳一年中就正好转 360 度。但是由于地球自转轴的方向是不固定的，有缓慢变化，这样天赤道的位置也随之发生变化，天赤道和黄道的交点——春分点当然也跟着变，春分点实际在西退。这样太阳从春分点再回到春分点的时间，即一个回归年的时间，就比太阳转 360 度用的时间差一点。每年都差，故称为"岁差"。

岁差的计算是非常复杂的，在祖冲之的大明历之前，有人虽讨论过岁差对历法计算的影响，但终因怕麻烦而弃之不用。而祖冲之则冲破了这一难关，首先将岁差引进了历法。

闰月是我国农历中不可避免的。我国农历的优点是，每月的步调与月亮的圆缺一致，每年的节奏与季节变化一致。看看月相就知道农历初几。它规定月亮完全变黑时为初一。

这样，月圆时一般在十五或十六。一般每年12个月，年首一般在立春前后。但是由于月亮圆缺的平均周期约为29.53日，12个月只有354天多一点，而季节的变化由回归年决定，回归年的周期约为365天，两者相差11天，3年相差1个多月。如果这样下去，每年的年首就要往前提，今年在冬春之交，18年之后就变成了夏秋之交，这很不方便。因此要及时解决，保持每年年首的季节不变。办法就是设置闰月，有的年份不是12个月，而是13个。

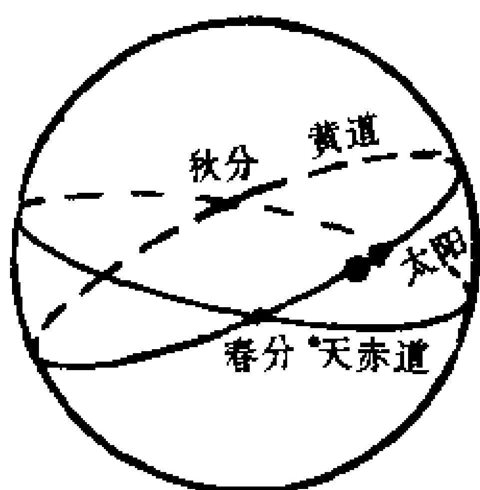


图1.1 黄道和天赤道

人们最早发现19年应设7个闰月，但是回归年的长度，朔望月(月亮圆缺周期)的长度，以及设置闰月的周期，即两个闰月间相隔的时间，三者是相互制约的，观测和计算都必须很精确。因此闰月设置也经过了多次不断改革，而祖冲之的改革步伐很大，他取回归年为365.2428日，朔望月为29.53059日，与现在的观测数据非常接近。

一行

——唐代著名天文学

一行是唐代高僧，俗名张遂，巨鹿（今河北）人。他也是一位著名天文学家，在天文观测和历法方面都有很深的造诣。

张遂21岁出家。当时武则天称帝，武则天的侄子武三思权势炙手可热，不可一世。他差人拉张遂入朝作官，张遂不愿与这种不学无术的权贵同流合污，更不愿为其装潢门面。于是毅然出家为僧，取法名“一行”。从此深居简出，潜心研究佛教经典和天文数学。

公元712年，唐玄宗即位，定国安邦，礼贤下士，仰慕一行的才华，派人专程请一行进京，希望他还俗为官。一行不允，玄宗安排他在华严寺继续研究佛学。从公元721年起，一行停止了佛学研究，接受了玄宗的命令，主持修订历法，编著《大衍历》。

修订历法是很艰难的工作，首先要进行天文观测，而当时的观测工具都已破旧不堪。一行便从改进、制造观测工具着手，和当时的率府兵曹梁令瓒共同设计了黄道游仪和浑天铜仪。黄道游仪用来观测日月星辰的运动，测量一些恒星的赤道坐标和对黄道的相对位置；浑天铜仪是他们在后汉张衡创制的浑天仪的基础上又作了新的改进，在刻着恒星的铜球外面加了两个可以转动的环，这两个环分别代表太阳和月亮，用

以表现太阳、月亮的升落情况。此外还增加了一个巧妙的报时器。这两项仪器的制造可称得上是我国古代天文仪器的杰作。



图1.2 一行

为了编新历，公元724年，一行组织了北至北纬40度、南达北纬17度空前规模的天文大地测量。全国共设12个观测点。其中，太史监南宫说等人在河南的滑县、浚义、扶沟和上蔡四个地方测量得知：地差351里80步，北极星高度相差一度。这实际上是算出了地球子午线一度之长。纠正了汉代所谓“地隔千里，影长差一寸”的谬误。这是世界上首次子午线测量结果。著名英国学者李约瑟评价说，这是“科学史上划时代的创举”。

在编著《大衍历》的过程中，卓有成就的是，一行正确地掌握了太阳运动的规律：太阳在黄道上运动不均匀，冬季稍快，夏季稍慢。因此，他提出把一年中的二十四节分成4段，秋分到冬至、冬至到春分都是88.89天，再各分成6个节气；春分到夏至、夏至到秋分都是93.73天，也再分别分成6个节气。



这样节气间的时间就不都相同了。太阳在黄道上运动的不均匀性实际上是地球绕太阳运动轨道是椭圆的原因。当德国天文学家开普勒首先明白了这个道理时，已是八九百年以后的事情了。

一行仅完成了《大衍历》的初稿，便溘逝了。《大衍历》于公元 729 年开始颁行，它比唐代已有的任何一部历法都精密。以后直至明末引用西洋方法编历以前，为历代历法家有所效法。

一行在观测和研究古人恒星资料时发现，恒星不恒，其位置稍有移动。1000 多年以后，英国天文学家哈雷才提出恒星“自行”的观点。

公元 727 年 10 月，一行在新丰（陕西临潼以北）病逝。唐玄宗曾亲自看望病危中的一行，并在第二年命人在长安附近的一行墓前立了一座塔碑——大慧禅师塔碑。为纪念一行，现代人们将 1964 年发现的一颗小行星命名为“一行”。

苏颂

——北宋著名天文学家

苏颂，字子容，北宋著名天文学家，泉州南安人。苏颂 23 岁进入仕途，由于精明能干，很受当时任南京留守的宋代大文学家欧阳修的赏识。

公元 1053 年，即宋仁宗皇佑五年，苏颂被调往开封任馆

阁校勘集贤校理等职，负责编定书籍，历时 9 年有余。这给苏颂提供了一个博览群书的极好机会。他发奋读书，每天背诵 2 千言，回家后再默写下来，数年如一日，从不间断，积累了十分渊博的知识，为后来从事科学研究打下了坚实基础。

宋哲宗元祐年间（公元 1086—1094），苏颂历任刑部尚书、尚书左丞、宰相。公元 1093 年辞官，潜心从事著述，到绍圣三年（公元 1096 年）完成了举世闻名的《新仪象法要》一书。第二年他又东山再起，被封为太子少师。4 年后，苏颂与世长辞。

苏颂虽然官位显赫，但是他热爱自然科学，一生致力于科学研究工作，以多方面的优异成绩丰富了祖国的科学文化宝库，在天文学方面的成绩尤为卓著。

苏颂继承和发展了汉唐以来天文学的成果。元祐三年（公元 1088 年），他在开封主持研制了一座杰出的天文计时仪器——水运仪象台。

水运仪象台是一座底呈四方形，上窄下宽的木结构建筑，高约 13 米，底宽约 7 米，共分三层。

上层是一个露天的平台，设有浑仪一座，浑仪上面有可以随意闭取的木板屋顶，中间一层是无窗户的“密室”，内置浑象，由机轮带动，每昼夜旋转一圈，可以真实地再现星辰的起落等天象的变化。下层设有向南打开的大门，内装置五层木阁，木阁后面便是机械传动系统，靠这一套复杂的机械装置带动五层木阁上的木头人表演出精采、准确的报时动作，而整个机械统一的运转又由水力推动，故称“水运仪象台”。

苏颂主持研制的这台水运仪象台，是我国 11 世纪末最杰出的天文仪器，也是世界上最古老的天文钟。至今国际天文

学界对它仍有高度评价。第一，为了观测方便，其屋顶做成活动的，这是现代可启闭的天文观测室的雏形；第二，周期运转的浑象是现代天文跟踪机械——转仪钟的祖先；第三，水运仪象台的擒纵器，是后世钟表的关键部件，可以说是钟表的先驱。

此外，苏颂还设计了一种假天仪，形如球状竹笼，用竹木制成，外面糊纸，按星宿位置开孔，人进去，扳动枢轴，使竹笼转动通过外面的光从孔中投进的大小不同的亮点，可直观地量解星宿的昏晓出没和中天。这和近代天象仪的原理相同。

苏颂不仅主持制造了上述天文仪器，还编纂了《新仪象法要》一书。全书有三卷，详细介绍了浑仪、浑象和水运仪象台的设计和制作情况。这部书还附有这三种仪器的全图、分图、详图共 60 多幅，图中绘有机械零件 150 多种，这是一套我国现存最早的十分珍贵的天文机械设计图纸。今天在中国历史博物馆"中国通史陈列"展览序厅中的巨型浑仪和浑象的模型，就是根据这部书的图纸复制的。

沈括

——北宋科学巨匠

沈括是北宋时代的科学家和政治家。在天文学上也有卓越的贡献。

沈括，字存中，出生于钱塘(今浙江杭州)的一个下层小官

吏的家庭。他的父亲曾在闰州(今镇江)等地当过小官。少年时代的沈括就跟随他的父亲走南闯北,因此增长了许多见识,积累了大量科学经验和资料。由于他少年时代就热爱学习,善于观察了解客观世界,头脑聪敏,学识广博,因此他在天文、气象、数学、物理、化学、生物、文学艺术等许多领域中都有突出的建树。

沈括在32岁(1063年)中举,1066年入京编校昭文馆的书籍,1072年又兼任提举司天监,大部分时间在开封用来研究天文,改革历法。为了掌握农业与天文、气象和历法的关系,他作了大量的天象观察。还详细地记载了陨星的陨落过程。

沈括还描绘过虹的现象,正确指出了虹和太阳位置总是恰好相对。另外,他还对日月的形状、月光的来源、月的盈亏、日月食的道理,都作了正确的解释。沈括为改进天文观察仪器,曾提出放大窥管以观察北极星,并对浑仪、浮漏(计时仪器)、景表(测日影)提出改进意见。沈括还主持编修《奉元历》,并提倡新历法,和现在的阳历相似。

沈括还是一位军事家和政治家,曾积极参加王安石变法运动,1087年,因年迈离开政坛,移居润州(今江苏镇江)梦溪园(位于镇江东郊)。

沈括在梦溪园居住的8年中,精心研究科学,将他平生的所见所闻,写成一本综合性的著作——《梦溪笔谈》。这部书共30卷,内容涉及天文、历法、气象、地理、地质、数学、物理、化学、生物、医学、冶金、建筑、文学、史学、音乐、艺术等众多的学科领域,内容极其广泛和丰富,是我国历史文化宝库中的瑰宝之一。沈括不愧我国古代的一位科学巨匠。

耶律楚材

——少数民族天文学家

耶律楚材，字晋卿，契丹族人。是我国13世纪前期的政治家、天文学家。耶律楚材生于金章宗明昌元年六月二十四日(公元1190年7月25日)。耶律楚材3岁丧父，幼年时就跟着母亲读书，成年时已博览群书，通晓天文、地理、律历等。后来元太祖召见了他，并把他留在身边。

元初，蒙族人没有自己的历法，一次回鹘族(我国古代的少数民族)历人报告说：五月十五日晚上将出现月食，而耶律楚材却认为不会发生，到时果然没有月食。第二年耶律楚材预报十月十五日夜间将会出现月食。回鹘历人却说不会有，到时候果然出现了月偏食。元太祖对他能预报月食深表惊异，说："你对于天上的事都无所不知，何况于人间之事呢！"

公元1219年，耶律楚材随元太祖成吉思汗西征，1220年到达寻斯干城(今撒马尔罕)，五月十五日，按照金重修的《大明历》推算应出现月食，但实际并未应验，而二月、五月的朔日(农历初一)，仍可见微月挂于东南方。担任中书令的耶律楚材认识到这是由于《大明历》的误差引起的，决定修改《大明历》。耶律楚材认为《大明历》不准确的原因之一是金重修的《大明历》所定年的时间比回归年长，这样多少年过后误差增大；二是《大明历》适应于中原地区，而寻斯干城距中原万里。

根据这两种原因，他在编著《西征庚先午元历》时既改正《大明历》本身的错误，又创立“里差”作为东西方向的改正，里差计算，以寻斯干城为始线，向东加，向西减，这实为“地理经度”的概念在中国首次提出。

耶律楚材注意吸收其他民族的优秀文化，他认为西域历关于行星位置的推算比汉族历法准确，就创制了《麻答巴历》。另外，耶律楚材还著有《谌然居士集》十四卷。

元太宗十六年五月十日（1244年6月21日）耶律楚材去世。在原河北省宛平城西北30里处曾有耶律楚材墓及祠，现虽已荡然无存，可是耶律楚材在科学上所作出的贡献，却世代相传，成为我国各族人民的共同财富。

郭守敬

——最伟大的实测天文学家

郭守敬是我国历史上杰出的天文学家，今河北省邢台县人。父亲早逝，跟祖父长大，受祖父的熏陶，从小学习刻苦，后来从事水利和天文历法工作，1286年，郭守敬就任元王朝太史令，这是当时世界上最强大帝国的首席天文学家职务。当时他55岁。

郭守敬生活在蒙古帝国奇迹般地统治着半个地球的时代，“这是一个新兴的少数民族王朝带着朝气和雄心在巩固它的统治时期，在铁腕的空隙里悬浮着宽容和大度。这为当时

的科学技术的发展提供了适宜的气候和土壤”(王绶琯)。在这种背景下，郭守敬得到了施展才能的机会，他一生中创造了近 20 种天文仪器、撰写了 100 多卷天文著作，天文学家王绶琯称郭守敬为“中国历史上最伟大的实测天文学家”。他认为，“郭守敬在天文学上的成就与第谷不相上下，但他活跃的时期在第谷之前整 300 年”。

郭守敬的天文工作开始于 1276 年，他与王恂合作，分析并吸收了以往各家历法之长，在 4 年时间里，完成了具有世界水平的新历法——《授时历》的编纂。该历比以往的任何历法都精确，如一年长度的规定仅比实际值多 26 秒，它从 1281 年开始使用，历时 364 年之久，是我国历史上实行最久的历法。它对朝鲜、日本等国的制历工作也产生过一定的影响。

当时的历法研究实质上是对日、月、星辰运动规律的探讨，这些正是伽利略之前的天文学的研究内容。其精华在于精确的观测数据和缜密的数学计算。作为一位伟大的实测天文学家，郭守敬在这两个方面都是出类拔萃的。



图 1.3 简仪

郭守敬提出“历之本在于测验，而测验之器莫先仪表”。

意思是历法编纂的关键在于对于天体的精确观测，而观测必须首先有好的仪器。为此，郭守敬在开始创制新历时，首先对旧的天文仪器进行了修复，同时又设计和制造了约20种新仪器。其中最著名的简仪、高表等，现在还有仿制品。

简仪是郭守敬在古代浑仪的基础上简化而创造的，从装置来看，很像现在的赤道式望远镜。但是它缺少光学系统，只能观测天体的位置，不能放大天体的图像。现在紫金山天文台内还保存着明代仿制的简仪。

高表是圭表的一种。圭表是我最古老的天文仪器，用来观测太阳的运动。古代，每日的正午和一年的长度，都是靠地上立的一根杆子的影长来确定。竖立的杆子叫“表”，而地面上水平放置的测量影子长度的那部分装置叫“圭”，合称为“圭表”。以往通常表高8尺，少数为9尺或1丈，一直沿用了2千多年，郭守敬大胆设计了40尺的“高表”，圭长128尺，还利用针孔成象原理创制了“景符”，与高表配合使用，使得观测正午影长的精确度大大提高。河南省登封观星台就是采用了郭守敬高表的形式设计和建立起来的。这座天文台是世界上重要的古天文台之一。

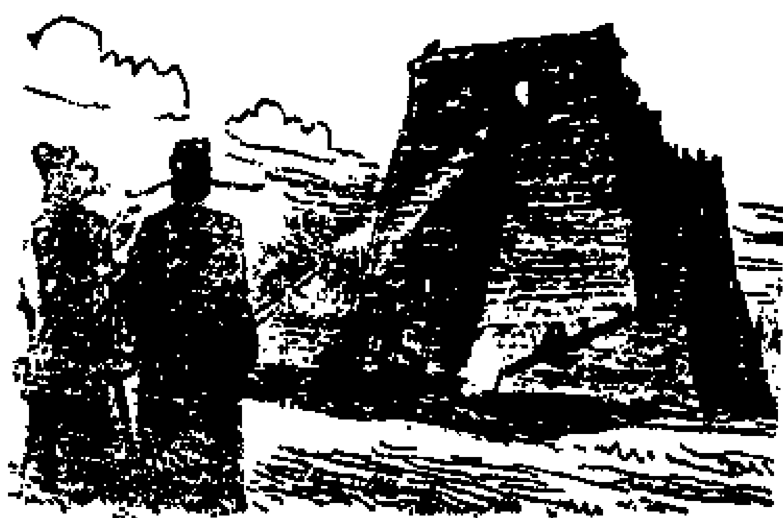


图1.4 河南省登封观星台

制历过程中，郭守敬倡导进行了一次著名的“四海测验”。东由朝鲜半岛，西到河西走廊，南起中国南海，北止西伯利亚。其地域之广在世界历史上是空前的。天文测量和大地测量取得的数据是相当精确的，为新历的制定打下了坚实的基础。

郭守敬卒于1316年，终年86岁。他为我国科学技术的发展，尤其是天文学的发展作出了卓越的贡献。为了纪念他，人们将小行星和月球背面的环形山以郭守敬的光辉名字命名。使这位伟大的古代天文学家的殿宇高筑天堂，让他的英灵随着小行星在太空中自由遨游。

徐光启

——明末著名科学家

徐光启是明朝末年的一位伟大科学家，祖籍是上海徐家汇。他一生对天文学、数学、水利、农学都作过重要贡献。

崇祯五年，即1632年，徐光启被任命为礼部尚书兼东阁大学士，第二年又兼任文渊阁大学士。徐光启自年轻时就勤奋好学，思想开放。。他极力提倡科学，并将西方科学介绍到中国。在天文学方面，他编撰了著名的《崇祯历书》。

徐光启曾在1600年与一位意大利的传教士利玛窦相识，此人具有西方的一些先进科技知识。徐光启从他那里学到了天文、历法、数学、水利等许多科学知识，并把这些知识介绍到了中国，这为他晚年从事的历法改革工作打下良好的基础。

明朝使用《大统历》200多年，屡屡出错。公元1610年12月15日的日食，钦天监预报失误，而徐光启却作出了较准确的预报，从此闻名遐迩。因此崇祯皇帝授权徐光启组织人马，改革旧历，编写《崇祯历书》。

《崇祯历书》规模巨大，共46种137卷，包括欧洲天文学基本原理、天文表、天文仪器、有关数学知识等，其中阐述天文现象原理的篇幅约占全书的1/3。

徐光启对待科学，事实求是，精益求精。在编历过程中，他提出"大事必须众力，疾行当无善步"的口号，不顾自身年事已高，身先士卒。一次为测算冬至的时刻，亲自到观象台观测，不慎失足摔伤，但仍坚持不懈。

在编历的同时，徐光启不失时机地进行天文知识宣传和教育，并引进了一些欧洲的仪器和望远镜，还开展了其他方面的天文工作。正当《崇祯历书》编写接近尾声时，这位为民族科技文化的发展付出巨大心血的科学家不幸与世长辞了，后人继续他的工作，终于在公元1634年2月完成全书。

王锡阐

——明末清初杰出平民天文学家

王锡阐，江苏吴江县人，明代崇祯元年（1628 年）出生于一个破落的书香门第。他受到家庭的熏陶，年幼就着力于刻苦攻读，立志将来有所作为。

17 岁那年（公元 1644）年，明王朝覆灭，对王锡阐来说，是一生中的一个很大的转折点。他不愿与刚建立的清政府合作，从此放弃进入仕途的念头，而致力于学术的研究。后来终于成为明末清初的一位杰出的平民天文学家。

王锡阐重视通过实测掌握第一手资料，他勤于观测数十年如一日，不分酷暑和严寒，直到他逝世的前一年。只要天气晴朗，吴江地方的人民就会看到一个熟悉的人影慢慢爬上自己家的屋顶，边观测，边记录，而且常常是彻夜不眠，直到曙光初现，晨鸡报晓，满天星斗逐渐隐没为止。

观测之余，王锡阐还勤于著作，现在留存下来的 50 多种手稿中，纯属天文方面的有 13 种。

王锡阐最主要的代表作当推《晓庵新法》，共 6 卷，这是他 20 多年辛勤观测和思考的总结，也是他融会贯通中西天文历法的心血结晶。

《晓庵新法》的主要目的之一，是在阐述他自己的关于推算日月食的创见。王锡阐的方法大大提高了日月食的预报和

观测精度，使我国的日月食的预报和观测方面，达到了当时世界先进水平。《晓庵新法》在许多方面具有独创性，不仅纠正了集欧洲天文学大成的《崇祯历书》的错误，还为准确地计算太阳和月亮的相对位置，以及日月食发生的过程作出了贡献。此外，他还独立地计算了金星凌日（金星是从日面上通过）时凌始、凌终的方位角，虽然称不上世界第一，但对于一个业余的天文爱好者、平民天文学家来说，却是十分难能可贵的。

薛风祚

——清初天文历算家

薛风祚，山东益都金岭镇人，是清初著名天文历算家、数学家。他幼年天资过人，赋性聪敏，承家教“通理学精易经”，青年时代应科举中秀才。明末清初社会矛盾激荡，薛风祚放弃了科举仕途，致力于自然科学的研究。

由于宋明时代的理学禁锢了人们的思想，阻碍了中国科学技术的发展，本来领先的中国历算落后于西方，继西方传教士利玛窦来华之后，不少传教士相继来华，带来了一些西方近代科学知识。薛风祚被新颖的西方科学吸引，摆脱了理学家的压力和传统势力的阻挠，积极学习西方科学。

薛风祚曾从教士罗雅谷那里，初步接触了西方科学，顺治初年，他又到达南京，向波兰教士穆尼阁学习多年，掌握了比较先进的西方天文学和数学。后来薛风祚为了更多地学习西

方天文学，又受学于德国教士汤若望。他孜孜以求，集众师之长，系统地掌握了中外天文学、数学，终于成为“以历算名于海内”的杰出天文学家。

他坚持在民间进行历算研究，“隐居著术”，潜心从事于西方天文学和数学和翻译整理工作，同时用自己的天文历算知识指导农业生产。农民们根据他的推算安排农时，每每得到好的收成，当地农民称他为“薛半仙”。

他学识丰富，涉猎广泛，除专长天文历算外，数学、地理、水利、兵事、经学都通晓。其著述很多，生前刊行了10余种，其中四部被《四库全书》收录，七部被《清史稿艺文志》收录，《清朝文献通考》也收录其部分著作。

《天步真原》是薛凤祚最早的一部译著，其中利用西方天文理论论述了日月食原理，介绍了日月食的计算方法并绘有图解。薛凤祚在此书中首次使用对数。著名英国学者李约瑟称此书是“中国第一部使用对数的中文书”。

刊于1664年的《历学会通》是薛凤祚几十年辛勤劳动而完成的一部科学巨著，其内容除天文、数学之外还涉及医药、水利、物理学。此书“会和中西以立法”，是一部重要的科学著作。

薛凤祚的成就得到了当时学者的重视和高度评价。初有历算“南王北薛”之说，薛凤祚与王锡阐齐名。清代著名天文学家梅文鼎对薛凤祚十分推崇，曾慕名到南京访薛凤祚，并手抄了他的两本书，称之为“青州之学”（益都古称青州），在得知其病故后曾写诗悼念。《清史稿·畴人传》把薛凤祚列在首位。并称他贯穿中西科学“不愧为一代畴人之功首”。

梅文鼎

——清代历法大家

梅文鼎安徽宣城人，他小时候就经常跟着父亲和塾师学习观看星象，由此对星学产生了浓厚的兴趣。27岁时读《交食法》，发现书中有不少谬误，为此他写成《历学骈枝》五卷，为其补阙正误。此后，直至逝世的60余载，他终身布衣不仕，尽毕生精力，致力于祖国天文学遗产的整理和中西历法的对比研究。他一生著述甚富，仅《梅氏丛书》所收就有80余种，其中天文学著作有40余种，这些著作都具有很高的科学价值。

梅文鼎在读《元史·授时历经》时，写过《元史历经补注》二卷、《郭太史(守敬)历草补注》二卷，对《授时历》进行勘误。在研究了回回历之后，写成《回回历补注》三卷。此外，他对当时传入中国的西洋历法也作过认真的研究，写成《西国日月考》三卷等书。在广泛、深入、系统地研究了我国古代的各种历法、回回历和西洋历的基础上，梅文鼎写成了《古今历法通考》。此书是我国第一部历学史专著，是作者整理祖国天文历法遗产的集大成之作。

梅文鼎对天文仪器也很有研究，他自己亲手制作了一些天文器械，如月道仪，日测高仪等。还著有相应的说明仪器制造原理的著作。

为了普及天文历学知识，培养天文历学人才，他写了《历

学疑问》三卷及《历学疑问补》二卷。据说前者曾经为"留心历算多年"的康熙皇帝"细细看过"，其评语是"无疵缪"。康熙帝为此还接见了梅文鼎，特赐"绩学参微"四字以示褒誉。



图1.5　梅文鼎

梅文鼎一生的严谨学风尤为后世推崇。史载他每得一书，皆为正其讹阙，"一字异同，不敢忽过"。他曾作《明史历志拟稿》，指出了《明史·历志》中的五十余处讹误和《大统历》的缺陷。

梅文鼎既反对因循守旧，也不同意对西历一概奉为至善，他主张"兼用其长，以补旧法之未备"，正是这种难能可贵的科学态度，使他能够在研究工作中，"见中西之会通，补古今缺略"，在祖国天文历学史上做出卓越的贡献。

王贞仪

——清代女天文学家

在封建礼教严重桎梏下，几千年的中华文明史上，在天文学方面稍有建树的女性有如凤毛麟角。正因为如此，她们也更令后人钦佩。清代乾隆嘉庆年间的女天文学家王贞仪就是其中最杰出的一位。

王贞仪，字德卿，生于乾隆三十三年(公元1768年)，卒于嘉庆二年(公元1797年)，原籍安徽，后居住在北京。她父亲不仅医术高明，而且懂得数学及占卜星象之术。王贞仪在父亲的影响下，自幼好学，博览群书，对清代著名天文学家梅文鼎的科学著作更是爱不释手。她不满于"妇人女子唯酒食缝纫是务"的现状，跟着到处行医的父亲，搜集、整理了不少民间验方，并写了许多反映劳动人民生活，描写各地风土人情的诗歌。与此同时，她开始了对天文学的研究。

王贞仪对中国天文学和历法研究颇精，短短一生中写出的著作计有五六十卷之多。内容涉及天文历法、气象学、数学、地理学、医学和诗文等多方面。可惜的是，在封建社会中妇女的科研成果不被重视，致使王氏著述大多散佚，现存的只有收集在《金陵丛书》、《德风亭初集》里的一些著作。其中有关天文学方面的有:《岁差日至辨疑》、《盈缩高卑辩》、《经星辩》、《黄赤二道辩》、《地圆论》、《地球比九重天论》、《岁轮定于

地心论》、《日月五星随天左旋论一、二、三》、《勾股三角解》、《月食解》等。从这些残存的著作中，仍可窥见她的科学成就和先进思想。

王贞仪非常注重天文观测和实验。每当晴朗的夜晚，她就到院子里仰观天象，数年如一日。为了弄清楚日月食，她查阅了大量书籍，并结合自己多年来在不同地区观测天象所积累下来经验，做了一个模拟实验。夜里，王贞仪在房间内把灯笼当做太阳，用圆桌当地球，以镜子当月亮，然后反复地调整三者的位置，细致地改换角度。经过多次实验，终于搞清了日月食形成的原理。她在《月食解》中提出，月亮是靠反射太阳光而发光的。当地球处在太阳直射月亮的光束中，人们可以见到圆月(望)，否则，人们只能看到半圆月、弯月。在朔的时候，太阳和月亮近于黄、白道交点，阳光被月亮所遮，就会出现日食，由于太阳高、月亮低，相隔甚远，因此随观测者位置不同，见到的日食的程度也就不同。在望的时候，月球进入地球的影子，就会发生月食，她所阐述的日月食成因的理论，和现代天文学所认识的日月食原理是完全吻合的。



图1.6 王贞仪

地球是个圆球，为什么站在地球"边缘"和下半球的人不会掉下去呢？这个问题虽然在100年前牛顿已作出了回答，

但在王贞仪那个时代的中国却鲜为人知。王贞仪经过仔细研究，认为"各方之天顶随其人环立而异"，进而她又提出：空间位置都是相对的，宇宙没有上下，正侧之分。这是一个很可贵的见解。除此外，王贞仪在其他问题上也有许多独到见解，而且今天看来也都是对的。

王贞仪，勇于冲破封建礼教的束缚，在短暂的一生中为我国古代天文学事业作出了贡献，实为一位"尝拟雄心胜丈夫"的女杰。

二　18世纪前外国著名天文学家

托勒玫(Claudius Ptolemaeus)

托勒玫,也译作托勒密,是古希腊著名天文学家,约公元90年,出生于埃及,从127年到151年间在埃及亚历山大城从事长期的天文观测。他一生最大的成就是继承和发展了古希腊天文学家的地球中心说,在他的著作中列举了种种物理学理由进行论证,并使之系统化,建立起了一个宇宙地心体系。所以后人便把“地心说”冠以他的名字,成为托勒玫“地心说”,或托勒玫“地心体系”。

地心说认为,地球是静止不动的,位于宇宙中心,太阳、月球、行星和恒星都绕地球转动。该学说在当时曾起过积极作用,推动了天文观测和研究的发展。但是后来被教会利用,成为中世纪后期维护教会统治的重要理论支柱。

地心学说,最早是欧多克斯和亚里士多德提出来的,古希腊学者阿波隆尼在此基础上建立了“本轮—均轮”宇宙结构模型。后来喜帕恰斯又发展为“偏心轮”模型。托勒玫则对前人

的成就进行了总结、论证、发展，集其大成。

古希腊时代，有许多哲学家认为，永恒的、神圣的天体只能作与其高贵的地位相应的匀速圆周运动。但是人们实际观测到的天体运动却不是这样。生活在公元前400年左右的柏拉图就给他的学生们一个任务，让他们想法用许多不同的匀速圆周运动的组合，来解决理想与实际的矛盾。公元前370年到公元前360年，欧多克斯首先从几何角度提出了一个同心球层的天体系统假说，他认为，太阳、月球和行星都在以地球为中心的各自不同的球壳上运行。这个学说后来被亚里士多德接受，于是成为后来地心说的基础。

欧多克斯的同心球层体系从一开始就遇到困难。按这个体系，每个天体到地球的距离是不变的，可是实际不是。行星的亮度在变化，日食有时是全食，有时环食，这说明距离在变。为克服这一困难，阿波隆尼提出了"本轮—均轮结构假设"。这个假设是，行星都沿着各自的称为"本轮"的小圆作圆周运动，各本轮的中心又都分别沿着不同半径的另一个以地球为中心的大圆作圆周运动，这些大圆叫"均轮"。

"本轮—均轮"系统仍与实际观测有出入，后来，到公元前2世纪，古希腊的喜帕恰斯又将地球从均轮的中心移开一点，成为一个"偏心轮"。这样就可以解释太阳和月亮的一些运动特点。

在前人这些工作的基础上，托勒玫又进行了进一步发展，在均轮中心的旁边又选取了一个点，其位置与地球对称，让本轮的中心不再绕均轮中心作匀速圆周运动，而是绕地球的这个对称点作匀角速转动。这样一改进，能够相当准确地计算出太阳、月亮和行星的位置，与观测值相差只有2°。正因为

此，又加上这一学说符合当时教会的“地球中心”、“人类中心”的教义，所以得以流传1300多年，直到公元16世纪才被哥白尼的“日心说”推翻。

托勒玫一生的著作很多。其巨著《天文学大成》共13卷，是当时天文学的百科全书，直到开普勒时代，都是天文学家们的必读之书。还有《地理学指南》共8卷，是他所绘世界地图的说明书，其中也有不少天文学论述。除此处还有光学及占星学方面的书籍。

哥白尼（Nicolaus Copernicus）

哥白尼是波兰的伟大天文学家，他是天文学革命的先导，“日心说”的创始人，他的日心体系的提出和建立，是自然科学向封建神学权威的第一次严正挑战。天文学史上这一伟大的革命，引起了人类宇宙观的重大革新，因而沉重地打击了封建神学权威的统治。恩格斯在《自然辩证法》一书中对哥白尼的日心说给予了极高的评价。他在该书中写道：哥白尼的日心说的历史作用是“从此自然科学便开始从神学中解放出来”，“科学的发展从此便大踏步地前进”。

尼古拉·哥白尼于1473年2月19日出生于波兰东部的托伦城的一个商人家庭里。他的父亲是一位曾经当过市长的商人，母亲则是一位富商的大家闺秀。哥白尼有一个哥哥和两个姐姐，他是家中最小的孩子，倍受父母的疼爱。不幸的

是，在他10岁那一年，其父因染上瘟疫而死亡。从此家中生活十分困难，全家由他的舅父务卡施接济度日。

哥白尼青少年时期先是在文化名城沃茨瓦维克读中学。18岁(1491年)时进入克拉科夫大学学习数学和天文学。这所大学当时是以数学和天文学的较高学术水平而闻名于欧洲，是波兰重要的文化思想基地。该校有一位天文学和数学教授，名字叫勃鲁采夫斯基，哥白尼常去听这位教授的讲演，使他逐渐对天文学产生了浓厚的兴趣。

1494年，21岁哥白尼被他舅父召回。召回的目的是让哥白尼协助他开展教会的工作。1496年，哥白尼被舅父送到了文艺复兴的中心意大利留学，进入了彼伦亚大学学习教会法。虽然哥白尼到这所学校主要是学习教会法，但他仍然对天文学保持浓厚的兴趣，白天听课，晚上就刻苦钻研天文学。彼伦亚大学有位天文学教授，名字叫达·诺法拉，此人对亚里士多德—托勒玫体系的正确性表示怀疑。他认为宇宙结构可以用更简单的模型表示出来，不必要像托勒玫"偏心轮"、"本轮—均轮"和"等距轮"结构那样复杂的模型。于是哥白尼经常跟随着他研究天文学，并进行天文观测。在那个时期，哥白尼已经接触到古希腊的毕达哥拉斯学派，了解到有关地球有自转以及地球和其他行星都绕太阳公转的假设，对他影响非常深刻。当年哥白尼曾观察到"毕宿五"(金牛座α星)被月亮遮没的天象，他从这个现象便推算出月亮在亏盈时与地球的距离保持不变，月亮的大小也没有改变。这和托勒玫的地心说所得的结果恰好相反。根据托勒玫的地球中心论，上、下弦的月亮离地球的距离应为满月时的一半。如果距离真的缩短，那么月亮看上去就会增大。这和哥白尼实际观察的结果是不符

合的。

1503年，哥白尼在法拉脱大学获得教会法博士学位。同年哥白尼回到波兰，担任他舅舅的私人医生和秘书。白天行医，参加政治活动，晚上继续研究天文学，坚持进行天文观测和新的宇宙体系的研究。由于担心教会的迫害，他的日心说迟迟没有公开发表，1530年，哥白尼才将他的学说主要内容用拉丁文写成一个小册子——《纲要》，以手稿的形式在友人中流传，广泛征求意见。直到1542年，在他生命垂危之际，才同意将他的主要著作《天体运行论》交付印行。1543年，在他病逝之前的病床上终于看到了他的这部巨著的印刷本。

哥白尼为了写这部著作，花费了几十年的时间。1512年3月当他舅父去世之后，他回到了弗洛恩堡担任僧正。他在自己居住的教堂城垣的箭楼上，设置了一个天文观察台，他自制了用来标出天体距离的“三弧仪”、用于校正方位的“照准仪”、用来测定月亮和行星位置的捕星器和用于测定太阳方位的象限仪等仪器。他用这些仪器观测，获取了大量天文资料。在他的《天体运行论》一书中采用的27个观测事例，其中有25个就是在那个箭楼上测得的。

在《天体运行论》中，哥白尼根据观测的资料，经过仔细分析研究，大胆地提出了一个以太阳为中心的宇宙结构体系。他把这个体系的天体依次作了如下的排列顺序：

1、水星：离太阳最近，周期为80天。

2、金星：在水星轨道的外则运行，排第2，周期为9个月。

3、地球：排在第3位，它和月亮一起，一年绕太阳转一圈。

4、火星：在地球轨道的外侧运行，排第4位，它两年绕太阳一周。

5、木星：在火星轨道的外侧运行，排第5位，周期为12年。

6、土星：排第6位，它比以上5个行星来说，离太阳最远，每30年才绕太阳转一圈。

当时哥白尼认为最外层（最远的）是恒星天球，它本身是不动的（注：天王、海王和冥王三大行星那时还未发现）。哥白尼的这个结构体系和托勒玫的宇宙结构体系相对比，有明显的优点，不仅结构简单，而且有内在的和谐美。当然，哥白尼所给出的各行星的运转周期虽与目前观测值大致接近，但误差是很大的。

哥白尼是一位具有革命精神和创新思想的伟大天文学家。他所创立的日心说宇宙结构体系引起了教会权威们的一片惊慌。罗马教皇当时说过：如果地球是诸行星之一，那么圣经上听说的那些大事件就完全不能够在地面上出现了。正是因为封建神权统治的理论支柱被动摇了，他们必然要疯狂地进行反扑。他们宣布哥白尼的日心说是"邪说"。后来又把《天体运行论》列为禁书。

第谷（Tycho Brahe）

第谷是一位丹麦天文学家，1546年12月14日出生于斯堪尼的基乌德斯特普的一个贵族家庭里，但他的父亲却并不富有，所以第谷小时候被他叔父收养。1559年，年仅13岁的

第谷就被他的叔父送到哥本哈根大学读书，到1562年又被转到莱比锡大学学习。他的叔父本来是让第谷学习法律的，但是少年时就对天文产生浓厚兴趣的第谷，却利用课余时间观测研究天文学。一到晚上学校里夜深人静的时候，第谷就忙了起来，他用自己设计制作的仪器进行观测，获取了大量观测数据，并发现当时的许多观测资料是不正确的。

1563年第谷写出了第一份天文观测资料，这时他才17岁。这份资料记载了木星、土星和太阳在一条直线上的情况。1572年11月11日是令第谷难忘的日子。这天晚上，他从叔父工厂的实验室出来，在回家的路上突然发现天空中仙后星座有一颗从未见过的星异常明亮。于是他用仪器对这颗星进行定位，确认它是一颗恒星。经过长达18个月的观测，这颗星逐渐暗下去，最后消失了。这一事实使第谷感到震惊，关于他的这一发现，第谷曾经写了这样一段话："11月11日晚间太阳落山以后，按照习惯，我在观看晴空上的繁星，忽然间我注意到一颗新的异常的星，光亮超过别的星，正在我头上照耀，因为自从少年时代起，我便能认识天上所有的星星(取得这一知识并不是很困难的)，我清楚地知道在天空的那一个区域里不会有星，即使是最小的星也不会有，更不要说像那颗这么明亮的大星。我感到十分奇怪，我以为自己的视觉出了毛病。但是我把那颗星的方向指给别人看的时候，他们也看见那里确实是有那么一颗星，我便不再怀疑了。这真是一个奇迹！……因为所有的哲学家都认为……天上的以太区是没有变化的，那里没有生或灭的现象，因而天体是没有增或减的，无论在数目、大小、亮度等方面，她们都是永恒不变的，在任何方面总是和往常一样，岁月对于她们并不能引起什么影响

……”

第谷发现的这一现象就是超新星爆发(关于超新星爆发的详细介绍见本套丛书的《天空奇观》分册)。这一发现动摇了“恒星不变”的学说。

1576年第谷曾打算离开丹麦,但被当时的丹麦国王知道了。他为了留住这位年轻有为的天文学家,建议将丹麦和瑞典之间的赫芬小岛赠给第谷,作为对他从事天文研究的资助。国王让他用岛上农场的收入来修筑天文台。第谷对国王的支持深受感动,并接受了这个建议。经过几年的艰苦建设,一座“观天堡”(即天文台)终于竣工了。这座观天堡位于小岛的最高位置,设有四个观象台、一个图书馆、一个实验室和一个印刷厂。第谷为了提高仪器的准确性,增大了观测仪器的尺寸,并安装在坚固的基础上。他还把有些仪器安装在地平面以下,为的是防止受到海风的影响,第谷还给仪器刻划出精密的刻度,从而提高了仪器的精确度和稳定性。使得长期反复观测的数据的可靠性得到提高。这座“观天堡”的设备齐全,可以说是近代天文台的前身。为建造它,花费了一吨多黄金,这在当时是极为少有的。

从1576年起到1597年止,20年来第谷一直在观天堡工作。他除了对天体的观测外,还对大气的折射效应进行了修正,使他的观测准确性大大超过前人几十倍到上百倍,例如他测定各个行星的角位置,其误差仅是2°。

1599年由于国王弗里德里赫的逝世,第谷失去了资助。丹麦当局不愿为他支付天文台的开支。幸运的是,当时波希米亚皇帝鲁道夫二世却表示愿意帮助第谷,于是第谷在当年便移居布拉格,并带去了部分观测仪器,另建新的天文台。在

这里，他得到了一位青年助手，后来的著名天文学家开普勒。他们两位，一位是出色的天文观测家，另一位则是卓越的理论家。由于他们的密切合作，使他们的天才相得益彰，大大推动了天文学的发展。

1601年10月24日第谷与世长辞了！他获取的大量天文观测资料为开普勒推导出著名的行星运动三大定律提供了可靠的客观依据。由于第谷在天文观测上的巨大贡献，使他在科学史上具有很高的声望。

伽利略(Galileo Galilei)

伽利略·伽利莱是意大利物理学家和天文学家。他为科学真理而英勇斗争，不畏权势，不屈不挠的精神，永远为世人所敬仰，伽利略不仅在新宇宙观的确立中起了非常重要的作用，同时，也是经典力学的重要奠基人之一。

伽利略于1564年2月15日出生在意大利比萨的一个羊毛商家庭里，17岁时被送到比萨大学学医。伽利略对医学并无兴趣，因而他把很多时间用于钻研古希腊的哲学著作，并对亚里士多德的物理学结论提出了怀疑。从而对数学和物理的研究产生了兴趣。由于家庭经济困难，伽利略被迫中途退学，回到佛罗伦萨。

1586年他发表了第一篇有关流体静力学的论文，1589年又发表了有关固体重心的第二篇论文。这两篇论文引起了学

术界的极大重视，伽利略的名声大振。1589 年他就被比萨大学聘为数学教授。他在这里工作了 18 年，直到 1610 年。在这里，罗马教廷的影响较小，自由思想的气氛较浓，，使他心情舒畅，因此，他的科学研究工作达到了成熟的阶段，作出了显著成绩。

1609 年 5 月，伽利略听说有个荷兰眼镜工匠用两块透镜做成一架望远镜，深受启发，也立即动手制作。他用一块平凸透镜和一块平凹透镜制成一个放大率仅有 3 倍的望远镜。谁也没有料想到，这架望远镜竟然帮助伽利略打开了宇宙的大门。后来经过进一步的改进，伽利略又制成了一架放大率为 33 倍的望远镜，并把它用于天文观测。在 1610 年初的几个星期内，他获得了几项重大发现，并在当年出版的《星界信使》这本小册了里公布了这些发现。这是伽利略的第一本天文著作。

伽利略首先发现月亮表面和地球表面相似，也是凹凸高低不平的，并非光滑平坦。他又将望远镜指向天空的任何方向，都可以看到无数的星体；他还发现天上的银河也是由千千万万颗暗淡的星星组成的。伽利略的最重要观察的成果是他发现了木星的四颗卫星(现称伽利略卫星)。这个发现的重要意义在于，一方面否定了古代关于游动的天体只有七个的断言，另一方面又表明地球并不是所有天体的中心。这是对哥白尼日心说的重要支持。

另外，伽利略利用望远镜还观察到了金星盈亏的周期性变化，表明金星是绕着太阳运转的。他还观察到土星周围的光环。在他对太阳的观察中发现，太阳也不是光洁无瑕的，它的表面上有黑子，从黑子在太阳表面上的有规律的运动，伽利

略判断太阳也在以27天左右的周期自转着。

伽利略撰写的《星界信使》一书的出版，使他获得了极高的荣誉。1610年7月，他被邀请到佛罗伦萨任宫廷数学家和哲学家，并兼任比萨大学数学教授。1611年他来到了罗马，邀请了许多宫廷中的达官贵人，观看他的望远镜，并积极而又热情地宣传哥白尼的日心说。

但是，在那神权专制的社会里，是不准违反教会的规定的。多少世纪以来，教会规定只能宣传托勒玫的地心说，因为地心说符合神学对宇宙的解释。伽利略在这一根本问题上恰好触犯了教规。1616年2月，红衣主教团给伽利略下了一道命令：要他无论在讲课中或写作中，不许再把哥白尼的学说说成是绝对事实，不然就要受到监禁。但压力并没有使伽利略害怕和退却，他用了5年的时间写了一本《关于两种世界体系对话》，继续坚持宣传哥白尼的日心说。这本书在1632年2月正式出版。书中尖锐地抨击了托勒玫体系和亚里士多德学派的观点。这一下可惹恼了教会，使教士们大发雷霆。1633年2月，伽利略被罗马宗教裁判所进行长达几个月的审讯和威胁，同时在6月22日宣判这本《对话》书为禁书，不准出版和发行。他们还强迫伽利略在法庭起草的“悔罪书”上签字，当众表示“公开放弃、诅咒和痛恨地动说的异端邪说”，并把伽利略关进监狱，不久又改判为将他在家中终身监禁。

当年迈的被折磨得精疲力竭的伽利略离开宗教法庭时，仍喃喃地说：“但是地球仍然在转动着啊！”然而，强权没有迫使伽利略屈服，他在家中精神康复之后，又继续他早年进行的力学研究工作，并花了3年时间又写成了《关于力学和局部运动两门新科学的谈话和数学证明》一书。它用实验方法在物

理学上打开了人们的眼界。该书被秘密运往荷兰于1638年出版。不幸的是，当这本书正式出版时，他已双目失明，再也看不到它了。

伽利略的家庭生活也是非常不幸的。由于他整天忙于工作，因而影响了他和妻子玛利娜的感情，最后只好离异。在伽利略晚年，唯一能在精神上给他安慰的是大女儿玛利亚，但更为不幸的是女儿比他早早地离开了人世。这给孤独的伽利略真是太无情的打击了。1642年1月8日，伽利略背着宗教教义的叛逆者的罪名含冤而逝。

但是，历史在发展，科学在进步，真理永远是真理，是任何强权所压不倒的。300多年后伽利略的冤案终于得到了昭雪。1979年11月10日，罗马教皇约翰·保罗二世在公开集会上正式宣布：伽利略在17世纪30年代受到教廷审判是不公正的，应当为他恢复名誉。1980年10月教皇又在梵蒂冈举行的世界主教会议上提出要重新审理这件冤案，并由不同宗教信仰的世界著名科学家杨振宁、丁肇中、江崎铃于奈、阿卜杜·萨拉姆、约翰·(c)·艾克莱和尤金·魏格纳6人组成一个委员会，研究伽利略案件的科学方面以及伽利略学说对现代科学思想的贡献。这样，伽利略对科学的伟大贡献，为真理而不屈不挠的抗争最终被肯定，成了人类科学发展史上光辉的一页。

伽利略不仅在天文学上作出了巨大贡献，而且在物理学上也同时成果辉煌。无论是在动力学基本原理上，还是在动力学研究方法上，伽利略都作出了奠基性的贡献。著名科学家爱因斯坦曾在《物理学的进化》中高度评价说："伽利略的发现以及他所应用的科学的推理方法是人类思想史上最伟大的

成就之一，而且标志着物理学的真正开端”。

开普勒(Johannes kepler)

约翰尼斯·开普勒是文艺复兴时期著名的天文学家。1571年12月27日生于德国的威尔。他家境贫寒，小时得过几场大病，使身体十分瘦弱，而且眼睛受到了很大损伤。然而他智力很好，天资聪敏，具有很强的洞察力。因此在学校里读书时，一直名列前茅。家庭的破产，使开普勒过早的结束了欢乐的少年生活，他被迫停学，在客栈里帮父亲干些杂活。后来好不容易遇到了一个免费读书的机会，开普勒才又开始上学。

1587年，开普勒进入提宾根大学学习神学、数学，在这里他接触到哥白尼的日心说，并为哥白尼体系的和谐性所吸引。1588年他在该校仅学习两年就获得了学士学位。1591年又获得硕士学位，时年20周岁！

1594年，也就是开普勒在提宾根大学学习的最后一年，被推荐去了奥地利格雷地区路德会中学当了一名教师。

开普勒是一个深受毕达哥拉斯和柏拉图影响的数学家，坚信上帝是按照完美的数学原则来创造世界的，他以数学的和谐性来探索宇宙体系，试图用几何图象来描写行星的轨道。他借用古希腊人早已发现的五个正多面体(即四面体)，将当时已知的六颗行星的轨道进行套迭，来解释为什么恰好有六颗行星和为什么它们又按照这么大小的轨道运行。1596年

出版的《宇宙的秘密》一书中公开发表了这一思想。他说："我取行星轨道的大小是以哥白尼的天文学为依据的，他使太阳处于中心不动，地球既绕太阳运动，也绕其自身的轴运动；而我指出的是：它们的轨道差别对应于五个规则的毕达哥拉斯图形……"开普勒经过多次不厌其烦地计算，使理论计算位置与行星的实际距离相差不到百分之五。他的这一丰富的想象力和数学计算才能，引起了第谷对这位年仅25岁的青年学者的注意，并聘请他当自己的助手。自1600年起，开普勒就在布拉格天文台工作了。

1601年第谷去世了，开普勒继承了第谷的宫廷数学家职位以及大量的天体观测资料，开始着手研究这些资料。开普勒的任务是准确地确定火星的轨道。这是他重新研究天体运动的起点。他当初也曾沿用偏心轮、均轮等各种组合试图说明第谷对火星的观测结果，希望得到符合火星运动的结果。他花了一年半的时间，经过70次的精心计算，大胆地抛弃了束缚人们头脑两千多年之久的天体在作"匀速圆周运动"的概念，于1609年在他所著《新天文学》中提出了他的著名行星运动三个定律中前两个定律，即"行星沿椭圆轨道运动"定律和"行星与太阳连线单位时间内扫过面积相等"的面积定律。

在发表了以上两条定律之后，他并不满足，他认为只有在找到各个行星运动的统一关系之后，才能结构成一个太阳系的完整的整体模型，从而揭示出宇宙的和谐与一致。开普勒抱着这样一个坚定的信念，又经过10年繁复的计算和无数次的失败，最终发现行星公转周期的平方同它们到太阳的平均距离的三次方成正比。这就是周期定律。1619年他在出版的《世界的谐和》一书里公布了这一重要发现。

开普勒建立的行星运动三大定律以其简明的结论取代了庞大、复杂的系统，使得计算行星的轨道和它们的位置变得大为简化。

第谷逝世的前一年，奥地利国王鲁道夫二世曾召见过开普勒，并授予他“皇家数学家”头衔。第谷临终前嘱托开普勒，要把第谷的观测资料编成一个星表出版，定名《鲁道夫星表》，以报答国王的厚待。1612 年，鲁道夫二世退位，新国王对天文学不感兴趣，辞退了开普勒。开普勒在饥寒交迫的困境中仍不忘第谷的嘱托。东拼西凑，节衣缩食，终于在 1627 年出版了精确的、深受航海家欢迎的《鲁道夫天文表》。

1630 年 10 月，58 岁的开普勒贫困潦倒，风尘仆仆地赶往雷根斯堡筹集一笔新项目资金，但是处处碰壁。失望的开普勒在萧萧秋雨中踏上了归途，途中发烧病倒，并逐渐恶化，不幸于 11 月 15 日与世长辞。死后其助手将他生前自题的墓志铭刻在石碑上：

我常测天高，今欲量地深。
灵魂天界来，躯体眠地层。

牛顿(Isaac Newton)

1642 年 12 月 25 日(正是圣诞节)，著名的物理学家、天文学家和数学家牛顿诞生了。

牛顿出生在英格兰林肯郡的沃尔斯索普村的一个农民家

庭里。还在他母亲怀他的期间，牛顿的父亲就离开了人间。牛顿3岁时，母亲改嫁，他被送到外祖母和舅父家中抚养。少年时代的牛顿天资平常，并不聪明，学习成绩也不好，但他很喜欢制作各种机械模型。1656年他的继父也去世了，母亲带着同母异父的弟弟又回到了沃尔斯索普村。为生活艰难所迫，14岁的牛顿辍学在庄园里务农。这时牛顿虽然失去上学的机会，但却茅塞顿开，对学习着了迷。据说牛顿在放羊时躲在灌木丛里看书，而羊群却跑得无影无踪。后来他舅父看到牛顿实在是求知好学，就帮他在一位中学校长的支持下复了学。

由于牛顿酷爱学习，成绩突出，1661年5月，便以"减费生"的身份考进了剑桥大学三一学院学习。由于他上大学时的年龄比其他同学大四五岁。因此大家都叫他是"晚熟的人"。

1663年三一学院创办了"卢卡斯数学讲座"，讲授地理、物理、天文和各种数学。他的第一任老师伊萨克·巴罗教授对他影响很大，引导他走上了研究自然科学的道路。由于牛顿的智力和才能已显露出来，巴罗给牛顿指出了攀登科学高峰的方向，并把他当作自己的得力助手。

1665年到1667年是牛顿在自然科学领域中取得重大成就的两年。当时瘟疫席卷英国，剑桥大学被迫关闭，为了躲避瘟疫，他回到自己的家乡。在这期间，牛顿在万有引力、微积分学和光的色散和干涉等方面作出了卓越的贡献。1667年复活节前后，牛顿返回剑桥大学成为研究生，次年又获得硕士学位。1669年由巴罗推荐，接替了"卢卡斯数学讲座"教授的职务。1672年由于制成了反射式望远镜，牛顿被选为皇家学

会会员(这架望远镜至今还保存在英国皇家学会的图书馆里,上面写着"牛顿发明和亲手制造的世界上第一架反射望远镜")。这一崇高的荣誉,使牛顿成了英国最有名望的学者。1703年起,牛顿就被选为皇家学会会长,一直连任到他逝世;1705年又被封为爵士。

牛顿在剑桥大学的35年中写下许多名著,如1687年出版的《自然哲学的数学原理》标志着经典力学体系的建立。开创了自然科学发展史的新时期。牛顿工作勤奋,沉默寡言,终生没有结婚,整天在研究室里,很少出来。1727年3月20日牛顿溘然长逝。他一生为人类留下了许多宝贵财富,但他却谦虚地说,他只所以能登上科学高峰,"那是由于我站在巨人们的肩上的缘故"。

牛顿在天文学上的重大贡献是他由开普勒三定律,发现和建立了万有引力定律。这个定律是经过科学实践的检验才得到承认的。

牛顿首先根据向心力的公式和开普勒三定律推导了平方反比关系。牛顿证明,由面积定律可以得出物体受中心力的作用;由轨道定律可以得出这个中心是吸引力;由周期定律可以得出这个吸引力与半径的平方成反比。牛顿还反过来证明,在这种力的作用下,物体的轨道为椭圆、抛物线或双曲线,后来,他又把质量引进了万有引力定律。

牛顿当初把他在月球方面得到的平方反比关系推广到行星的运动上去,并进一步得出所有物体之间都作用着万有引力的结论。牛顿认为太阳吸引各行星的力、地球吸引月球的力和地球吸引地面上的一切物体的力,都是同样性质的引力,都遵循着同样的规律。

他还根据这个定律建立了天体力学的数学理论，从而把天体的运动同地面物体的运动纳入到统一的力学理论之中，这是人类科学认识的一次重大综合和飞跃。

赫歇耳(William Herschel)

天王星的发现者——威廉·赫歇耳是英国天文学家，1738年11月15日出生于德国的汉诺威。他父亲是军乐队的乐师。在他14岁时，赫歇耳也来到同一军乐队中当一名小提琴手。1758年法国的军队侵占了汉诺威，他就移居到了英国，以演奏风琴为生，过着清贫的生活。

在天王星发现之前，赫歇耳只不过是一名默默无闻的业余天文爱好者。赫歇耳从幼年起，就具有非常强烈的求知欲望。他在每天十几小时的音乐工作之余，仍然抓紧时间如饥似渴地读书。尤其爱读天文方面的书。他逐渐对天文学抱有特殊的兴趣，不久便成为一名酷爱天文的天文爱好者。他立志献身于天文事业。

赫歇耳正式开始业余天文工作时年已35岁。他深知天文学是一门观测的的科学，因此，所制定的业余天文工作的第一步计划，便是自己动手磨制天文望远镜。他是一位不知疲倦的人，为了进行天文观测，把自己全部的业余时间都用来磨制望远镜。天文观测虽是他的业余爱好，实际上却几乎占据了他全部生活。1772年，还把他妹妹卡罗琳·赫歇耳从家乡

接来。卡罗琳受到哥哥的影响，从此也终生走上了从事天文工作的道路，成为威廉最得力的助手。

自 1609 年伽利略发明望远镜以后的 100 多年间，由于镜面材料和技术上存在的问题，望远镜制造业所取得的进步不大。那时的望远镜不但口径很小，光学成像很差，而且价格高昂，一般人购买不起。面对这种艰难情况，赫歇耳只得把自己用来糊口的微薄收入，节余一部分来作为磨制望远镜的经费。从 1773 年起，他以坚强的毅力，亲手磨制了一架反射望远镜，并很快将它指向天空，进行巡天观测。5 年后，发现了天王星。

威廉·赫歇尔的发现，在当时引起了很大的震动。为此英国皇家学会授予他柯普莱奖章，并吸收他为皇家学会会员。1782 年英王乔治三世聘他为宫廷天文学家，年俸 200 磅，还提供给他天文设备和费用。从此他再不必为吃饭担忧了。于是放弃了音乐职业，走上了专业研究天文学的道路。此后，赫歇耳继续制造望远镜和天文观测。1789 年他又制成一架焦距为 12 米、口径为 122 厘米，当时世界上最大的望远镜。

赫歇耳利用他的望远镜还取得许多其他重要的发现，如天王星的两颗卫星和土星的两颗卫星。更为重要的是发现太阳也在空间运动着。这是 1783 年他根据 7 颗恒星的自行而发现的。他说："……太阳也有一种运动(方向和我所求得的方向相近)掺杂在那里面；我想我们无权假设太阳是静止的，正如我们不应该否认地球的周日运动那样。"

如果说哥白尼的重大贡献是推翻了地球是静止的观念，证明地球是在不断地运动着，那么赫歇耳的贡献则是打破了静止的太阳的假设、证明太阳也在运动着。他还在双星、星

团、星云和银河系结构的研究等方面，取得了一定的成果。由于赫歇耳在天文学上作出了重大贡献，因而在1821年被任命为英国皇家天文学会第一任会长。1822年8月25日赫歇耳在斯劳逝世。

赫歇耳在天文学上做出的许多重大贡献，和他重视实际观测是分不开的。他一直观测到晚年，77岁时还用他最大的望远镜进行观测。赫歇耳51岁结婚，只生一个儿子——约翰·赫歇耳。子承父业，约翰·赫歇耳从年轻的时候起便接下父亲的工作，继续做天文观测。他在天文上也很有建树。卡罗琳终生未嫁，一直从事天文工作，并在天文观测中有所发现，享年98岁。他们都是有名的天文学家，在天文学中立下了丰功伟绩。赫歇尔家族成为近代天文史上广为流传的一段佳话。

哈雷(Edmond Halley)

爱德蒙·哈雷于1656年11月8日生于英国的伦敦，他是家中的长子，其父是伦敦一个富有的地产主兼盐商和肥皂商，他不惜钱财对哈雷进行智力投资。在哈雷上小学期间就专门为他请了家庭教师。少年的哈雷就非常热爱自然科学，并特别显示出对天文学的兴趣。他在上中学时便开始了天文观测，曾独立地测出了伦敦的磁偏角。哈雷17岁进入牛津大学王后学院，在学习期间设计了确定行星轨道根数的新方法。

1676年，20岁的哈雷去了南大西洋的圣赫勒纳岛，在那里建立了南半球第一座天文台，进行了一年时间的仔细观测，编制出了第一个南天星表，还绘制了一张星图。南天星表于1768年哈雷回国时发表。这使得哈雷在22岁就享有盛名，并因此获得牛津皇家天文学硕士学位，还被选为英国皇家学会的会员。1680年他又去巴黎同著名天文学家卡西尼一起观测当年出现的大彗星，从此他对彗星研究就产生了浓厚的兴趣。

哈雷是第一位竭尽全力从事彗星轨道计算的天文学家。他编写了大量彗星的观测记录，并计算了其中一些彗星的轨道。在他的精心计算中，发现了著名的“哈雷彗星”并预言它1758年12月的回归。在哈雷逝世后16年，即1758年12月25日，天空果然出现了一颗大彗星。彗星在天空中的方向与哈雷预言的完全一致，只是时间晚了几天。哈雷的成功预测当时轰动了整个欧洲，它为牛顿万有引力学说提供了一个强有力的事实论据，同时也有助于澄清人们对彗星出现的种种迷信观念和神秘感。

哈雷在天文学上的另一伟大贡献是发现了恒星的自行。自古以来，人们看到的恒星构成了固定不变的图形，因而以为恒星是恒定不动的。1718年哈雷把当时观测所得到的恒星位置与古希腊天文学家们的观测结果加以比较，发现大角星(牧夫α)、天狼星(大犬α)南河三(小犬α)三颗星的位置有显著差异，而且无法用观测误差来解释。哈雷断定：这些恒星自身在空间运动！较暗恒星也具有运动，只是距离太远，短时间内观测不到而已。恒星自身的这种运动叫“自行”。它的发现显示出哈雷的卓识和胆略，也是人类认识史上对旧宇宙观一次有力冲击。

哈雷一生对科学的贡献很大，涉猎广博，成果丰硕。除了上述以外，还发现了一个利用金星凌日精确测定日地关系的方法；他还解释了星团的组成和发光原因；还用自己的观测实践阐明了宇宙无限的思想。

哈雷既是杰出的天文学家，也是数学家，还是现代地球物理的奠基人之一，而且还是一位考古学家。哈雷热爱生活，极富幽默感，为人友好和善，乐于扶持年青人。1742 年 1 月 14 日，哈雷逝世了，然而哈雷对科学的贡献却彪炳千秋。

三　通天之路

宇宙信使

无月的晴夜，群星璀璨。当你面对这满天的不断眨动着的“精灵的眼睛”时，会禁不住想：这些星星是什么样，由什么组成的？地球外面的世界什么样？整个宇宙有多大？哪里还有生命？他们和我们一样吗？等等。其实这一系列问题经常萦绕在每个地球人的心头。

我们如何来了解这些呢？我们要了解一海外亲属的情况，总是盼望他寄信来或有电话来。信或电话都是信息的传递者。

那么我们了解宇宙的信息靠什么呢？当然必须有“宇宙信使”。

现在人们已发现宇宙派来的“信使”有许多种形式。主要有可见光、不可见光、(包括紫外光、红外光、X 射线、Y 射线等)、无线电波、宇宙射线、引力波等。其中可见光、不可见光和无线电波都属电磁波。

根据各种“信使”不同的性质，天文学家们就采用了不同的接待方法，因而就产生了窥视宇宙秘密的各种不同的仪器，如光学望远镜、射电望远镜、红外探测器、紫外探测器等等。下面先将几位主要“信使”作以简单介绍。

1、可见光

可见光，即肉眼所看到的光，这是自古以来人们最熟悉的“宇宙信使”。

早在古希腊时，人们就凭肉眼观测来确定恒星的位置了。他们将天空的星星画在一张图上、并将他们划分成一个个星座，并且给每个星座都创造了一个或喜或悲的神话故事。

真正利用光的性质，制成望远镜来迎接宇宙来光的第一个人是伽利略，因此伽利略就比别人早一步了解到的外面的大千世界。他首先明白了月亮表面。原来月亮并不是一个光洁的白玉盘，那里并不“完美”，也不“平坦”，而是粗糙不平，坑坑洼洼，既有高山，也有“大海”。他明白了，原来天上的星星比肉眼看得多，所以恒星都没有圆面，只是一个点，是因为它们离地球十分遥远。令他顿悟的是，那似飘渺白云的银河，原来是一大片数不清的星星。当他将望远镜指向那缓缓移动着的稳沉的土星时，土星竟然将它的 4 个大“儿子”一齐介绍给了他，土星的这 4 颗大卫星因此称为伽利略卫星。伽利略还发现，金星原来像个小月亮，也有圆缺变化，太阳并不是白玉无瑕，上面时常长几个黑斑，称为太阳黑子。从太阳黑子的移动，伽利略又马上明白了，原来太阳同地球一样也在自转。

伽利略用自制的一架小望远镜，从 1609 年 12 月直到 1610 年末，仅一年时间，就有了这么多收获。这都是宇宙可见光对他的高明的接待方式的报赏。

此后，人们利用光的折射和反射性质又制成了各种折射望远镜、反射望远镜、折反射望远镜。望远镜的口径越造越大，越来越高级，致使人们的视野日益扩大，观测成果日新月异。现在人们不仅利用光来观测天体的外貌，还通过光的干涉作用来测恒星的大小，根据光的多普勒效应了解天体的运动，分析光的谱线了解天体的化学、压力、密度等等。人们发现，可见光所携带的信息非常丰富，它是人类了解宇宙的一条重要渠道。

2、无线电波

无线电波，又叫射电波。接受宇宙射电波的仪器就叫射电望远镜。

1865 年，英国的物理学家麦克斯韦建立了电磁理论。他证明电磁波具有极宽的波谱，可见光在电磁波中只占极小一部分。1888 年，德国物理学家赫兹发现了波长远大于可见光的电磁波，即无线电波。人们自然想到，天体既然发射可见光，肯定也会发射无线电波。因此，继可见光后，对天体进行深入研究所利用的第二个“信使”就是无线电波。

最先想到用无线电波探测天体的是美国发明家爱迪生。他于 1890 年在一个重数百万吨的磁铁矿上用导线绕成了一个线圈，设想用来自太阳的电磁扰动来使矿石磁化，并在导线中产生感应电流。但是由于他这庞大的原始仪器灵敏度太低，实验失败了。后来英国物理学家洛基把一个很原始的探测器放在黑板等不透光的东西后面来检验来自太阳的无线电波，同样失败了。还有另外一些实验也没有结果。看来，无线电“信使”并不像可见光“信使”那样平易近人。

然而，幸运之神在 1928 年却悄悄地来到了美国无线电工

程师央斯基的身旁，真是“踏破铁鞋无觅处，得来全不费功夫”，宇宙的无线电“信使”终于结束了不与人类友好合作的历史，主动找上门来了。

央斯基在研究无线电地面通讯的各种干扰因素时，意外的发现一种来自银河系中心的“天电噪声”。从1932年到1935年，他连发三篇论文，公布了这一重大发现。从此揭开了射电天文学的序幕。

央斯基的发现引起了一位无线电工程师雷伯的极大兴趣。1937年，他在自己家后院建造了一个口径9.45米的抛物面天线，这是第一台射电望远镜。从此后，射电天文蓬勃发展，射电望远镜也越来越大。20世纪60年代，天文学的四大发现——类星体、微波背景辐射、脉冲星和星际有机分子，都是射电天文的辉煌成果。

3、宇宙线

宇宙线是来自宇宙空间的由各种高能粒子形成的射线流，它主要包括质子、α粒子和少量其他原子核、电子、中微子以及X射线、γ射线等。

在宇宙线中，中微子倍受天文学家们重视。因为中微子不带电，静止质量为零(或几乎为零)，它既不衰变也不容易与其它物质相互作用，在传播过程中可以潇潇洒洒地穿透万重叠障，畅行无阻。正因为如此，中微子也最难俘获。天文学家们将探测中微子的“中微子天文台”设在地下几千米深处，利用废矿井或山洞，以免受其他因素干扰。一般是靠中微子和某种物质的反应来研究中微子。据理论计算，太阳内部每秒钟要产生200万亿亿亿亿个中微子，恒星内部，特别是超新星爆发都会有太量中微子涌向地球。但是，如此多中微子，一台

“中微子天文台”目前每天也只能逮住1个，有时几天不见1个。现在人们在加强这方面实验和观测。

天文望远镜诞生记

从远古到17世纪初，人们都只是用肉眼观测星空，用简单地古仪器观测天体的位置，到17世纪初，伽利略率先使用望远镜观测天空，开创了人类认识宇宙的新纪元。

16世纪的荷兰，研磨眼镜和放大镜的行业十分发达。眼镜店里，各种透镜琳琅满目。1608年，荷兰眼镜商里帕席有一天外出，叫他的学徒照看铺子。这位学徒闲着没事，拿着两块透镜一前一后地观看远方的风景。突然他发现这样看到的教堂尖顶上的风向标变得又大又清楚，使他大为惊奇。等里帕席回来，他马上向他叙说了这事。里帕席十分高兴，认为这是一个重大发现。他立即制作了一个金属管，将两个镜片放在金属管的适当位置，作成了世界上第一个最简单的望远镜，并将它奉献给了荷兰行政长官。荷兰行政长官当然也很高兴，就拨款让里帕席生产望远镜，用来装备荷兰海军。

但是，望远镜是否是里帕席发明的？关于这个发明权问题据说当时产生了争议。里帕席的邻居，眼镜制造匠简森说，他早在1604年就制造了一架望远镜，说里帕席的发明是从那里窃来的。即使是这样，当时简森的望远镜除了自己用来观测远方景物以聊以自娱外，未作任何事情。而里帕席则不但

报告了当局，还将望远镜推向了应用。因此后人还是将望远镜的发明权归在里帕席名下。

1609年，在威尼斯的帕多瓦大学任教的伽利略听说荷兰人发明了望远镜的消息，便也买来透镜，制成了一架放大率仅有3倍的望远镜。伽利略也将这架望远镜送给威尼斯的行政长官观看，威尼斯首领们携带它爬到塔顶上，轮流用望远镜观望远处。他们看到了平时肉眼看不到的远处景象，欣喜若狂。于是，他们决定给伽利略加倍的薪俸。



图3.1　伽利略和他的望远镜

伽利略对自己的第一架望远镜并不满意，经过又一番潜心钻研，他先后又研制了两架，一架的放大率为8倍，一架的放大率为33倍。

在伽利略之前，望远镜只用来观看地面景物。但伽利略毕竟是一位科学家。他想看看用望远镜能否看清天体。他的这一意念，就带来了天文学的一场翻天覆地的大变化。

1609年12月的一个夜晚，是科学史上的一个重要夜晚。这晚，伽利略的望远镜首先指向了月球。以后他又用望远镜

观看了恒星、银河、行星、太阳，并于1610年3月和1613年出版了《星际使者》和《关于太阳黑子的书信》，一下子使人们明白了天空的许多真象。

从此以后，天文学家和许多天文爱好者们纷纷制造各种天文望远镜来观测天体，得到了大量辉煌的观测成果。天文学得到了快速的发展。然而望远镜的发展也不是一帆风顺的，它经历了漫长而曲折的道路。

第一架反射望远镜问世

伽利略以及同时代的望远镜，都是用两块透镜组成，一块平凸透镜作物镜，一块平凹透镜作目镜。后来开普勒改用凸透镜作目镜，并在望远镜里装有十字丝，以测量天体的位置。望远镜的放大率与物镜的焦距成正比，与目镜的焦距成反比，而分辨本领则与口径成正比。要提高望远镜的观测本领，只有尽量的增加物镜焦距和口径。焦距增长，望远镜的长度就要增长。伽利略的第3架望远镜放大率只有33倍，镜筒就到了1.2米。到17世纪30到40年代，波兰天文学家赫维留用来描绘月面结构的望远镜就达到了3.6米。1665年，荷兰物理学家和天文学家惠更斯用来发现土星最大卫星土卫六的望远镜也是3.6米。

这些望远镜的物镜都是采用的单透镜，口径又小，像差、色差就特别严重，就是用望远镜看到的天体也不能呈现清晰

的像，而是带有五颜六色的光圈。这种现象的成因当时尚未弄清。但是人们发现，当透镜曲率变小、焦距变长时，色差就减小，成像质量就较好。于是天文学家们继续增加望远镜的长度。

1673 年，赫维留制成了一架长 46 米的望远镜，整个镜筒被吊在一根高达 30 米的桅杆上，它的升降需用好多人用绳子拉动。当时巴黎天文台第一位台长 G.D. 卡西尼曾用过 41.5 米长的望远镜。而惠更斯的长焦距望远镜的形状尤其特别。这架望远镜的焦距长 37 米，为了避免冗长的镜筒的弯曲和巨大的自重，惠更斯干脆把物镜和目镜分开，中间不用镜筒连接。他把物镜装进一短短的金属筒内，然后吊在百尺高杆之上，而目镜装在另一小圆筒内，架在一个特制的支架上，物镜的调整用细绳来操纵。这架望远镜对准一颗星相当困难，而且周围杂乱的光线也容易进入目镜。由此可见，为了提高星像的清晰度，人们付出了多大的代价。

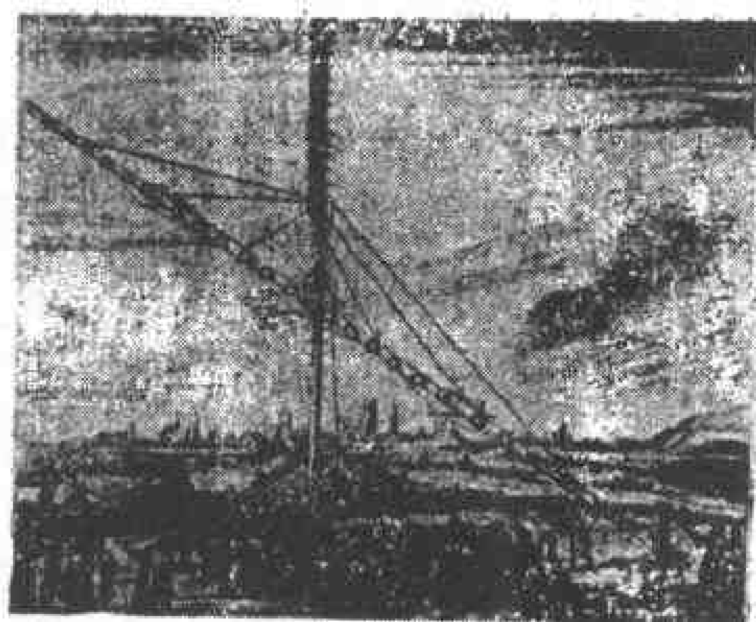


图 3.2 赫维留的长筒望远镜

直到 17 世纪下半叶，牛顿发明了第一架反射望远镜，这种长焦距望远镜才停止了发展。

1666 年，牛顿用三棱镜把日光分解为红、橙、黄、绿、青、

蓝、紫七色光，首次证明了天体的光是由各种颜色的光混合而成。在此基础上，他认为望远镜出现各色光圈（色差）的原因，是透镜对不同颜色的光具有不同折射率造成的。因此牛顿建议，不要用光的折射来制造望远镜，而应用光的反射特性制造反射望远镜。

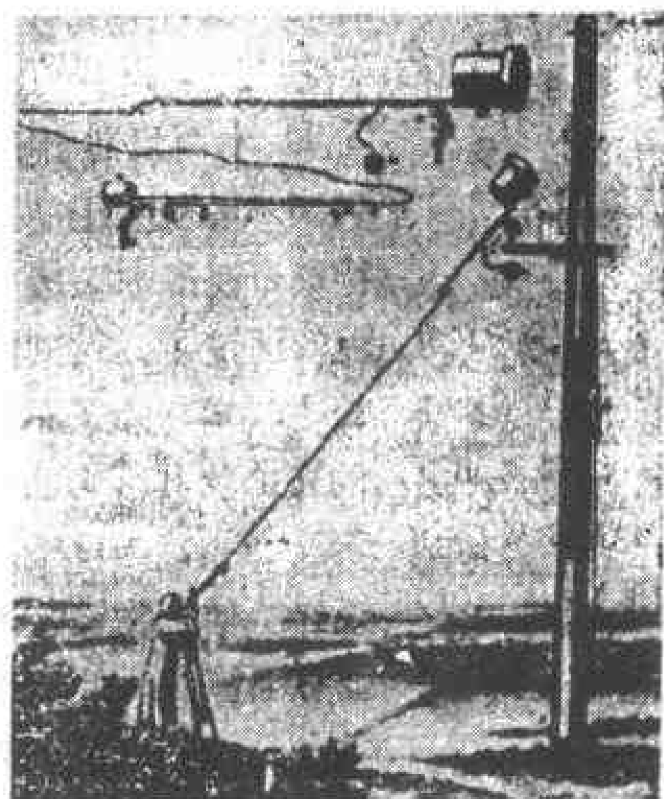


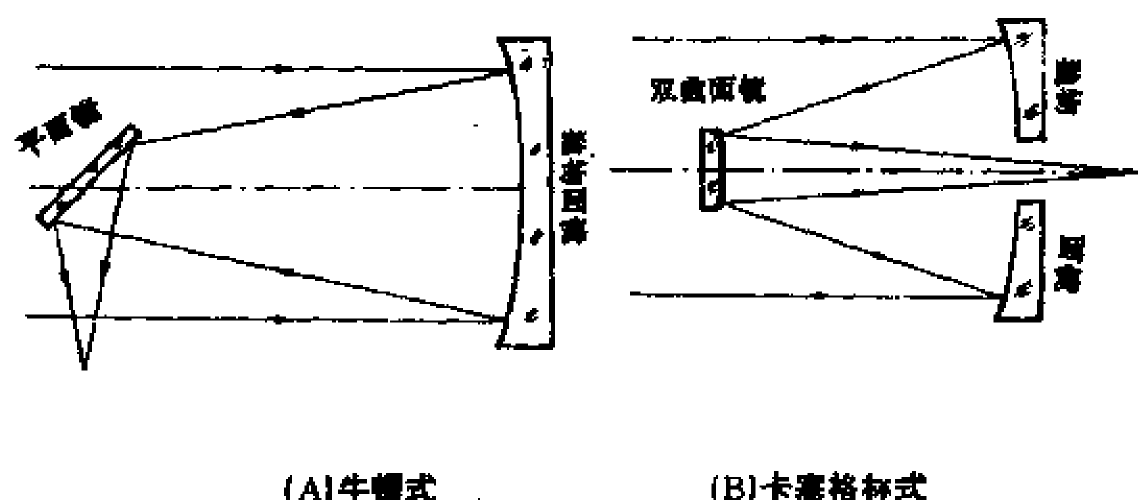
图 3.3 惠更斯的长焦距望远镜

1668 年，牛顿制成了第一架反射望远镜，1671 年又制成了一架，并把它送给了英国皇家学会。

反射望远镜的物镜是一块凹球的金属镜，物镜焦点前装上一块和光轴成 45°的平面反射镜，把星光反射到镜筒一侧，最后经目镜进入人眼。牛顿 1671 年制做的反射望远镜很小，口径仅为 2.5 厘米，镜筒长 15 厘米，但是它的性能却已能抵上当时口径相仿而焦距长达数米的折射望远镜。

牛顿的反射望远镜问世后不久，法国的卡塞格林在 1672 年又提出了另一种反射望远镜的设计方案。在这种方案中，主镜是抛物面镜，副镜是凸双曲面镜，主镜中间开有圆孔，光线经主镜、副镜两次反射后，最终从主镜的圆孔中射出。这种

反射望远镜目前还经常采用。



(A)牛顿式　　　　(B)卡塞格林式

图 3.4　反射望远镜的光路

大型光学望远镜的发展

折射望远镜和反射望远镜经过了不同的发展道路。

18 世纪，折射望远镜开始了一场根本性的改变，这就是消色差的发明。前面说过，为了消除望远镜的色差，曾将折射望远镜作成几十米长。使用起来非常不方便，其实早在 1650 年到 1655 年间，惠更斯和其弟弟就经过反复实验制成了一种可以消除色差的目镜，这就是至今还用着的“惠更斯目镜”。牛顿这位伟大的物理学家从理论上最早弄清了色差的原因，为消除色差奠定了理论基础，但是他也曾作过错误结论，说折射物镜的色差无法消除，他的极高威望使得半个多世纪内不

少人都相信了他的观点，影响了消物镜色差的研究。直到18世纪30年代，英国数学家C.M.霍尔发现用冕牌玻璃作凸透镜，用火石玻璃作凹透镜，所制成的复合透镜能消除色差，他按此思想制成了第一块消色差透镜，其口径为6.5厘米，焦距为50厘米。20年后，光学家约翰·多兰不仅也制成了类似消色差透镜，还透彻地研究了其原理。从这以后，人们不再拼命加长物镜的焦距了，折射望远镜的镜筒便大大缩短了。

由于透镜需要优质玻璃，大块优质玻璃很难制造，因此限制了折射望远镜口径的发展，尽管人们在不断改进玻璃的加工技术，但是到1847年消色差折射望远镜的口径才达到38厘米。安装于哈佛大学天文台。19世纪末，折射望远镜的口径增大到了顶峰。1888年，美国克拉克父子研制了一台91厘米的折射望远镜，安装于利克天文台，至今仍为折射望远镜的世界亚军。A.克拉克去世后，他的儿子A.G.克拉克又独立研制了一台1.02米口径的望远镜，1897年安装于叶凯士天文台，至今仍为折射望远镜的绝唱。

由于折射望远镜透镜越大越厚，自身重量引起的形变越厉害，且对光的吸收也越厉害，而且消色差透镜也不能完全消除色差，因此1.02米望远镜之后，再没有人尝试做更大的折射望远镜。

反射望远镜完全不存在色差，而反射镜对材料和加工要求都比折射镜低，因此它的口径可以做得比折射望远镜大得多，发展较快。

1871年3月13日，英国业余天文学家威廉·赫歇耳用自制的口径为15厘米的反射望远镜幸运地发现了天王星后，名声大振，他从此对天文学的兴趣更加浓厚，并由业余转为专门

研究天文学。他制作的望远镜口径越来越大，集光本领越来越高，他被称为“使反射望远镜大型化的始祖”。1789 年，他制成了一架口径 1.22 米、焦距 12.2 米的巨型反射望远镜，这是当时世界上最大的望远镜。在投入使用的第一个晚上，他就发现了土星的两个新卫星——土卫一和土卫二。



图 3.5 叶凯士天文台 1.02 米折射望远镜

19 世纪中叶以前，世界上最大反射望远镜的制造者是英国的帕森斯，即罗斯伯爵三世。他在 1845 年制成了一架口径为 1.83 米的金属面反射望远镜。这架望远镜的筒长 17 米，它被安装在两堵南北走向的高墙之间，在南北方向上可以自由调节，东西方向偏转范围很小。当年，帕森斯用这架望远镜首次发现了金牛座蟹状星云的螃蟹形状。

进入 20 世纪以后，反射望远镜被广泛应用。1918 年，由洛杉矶商人 J.D. 胡克出资，海尔主持在威尔逊山天文台建成了一架 2.54 米口径的反射望远镜，称为胡克望远镜，它曾保持冠军地位 30 年之久，曾为河外星系的发现作出了重要贡献。此后，海尔又继续筹款，建造了一台 5.08 米口径的巨型反射望远镜，于 1948 年安装在帕洛马山天文台。为纪念当时已去世的海尔，这台望远镜称海尔望远镜。当今世界上最大的单镜面反射望远镜是前苏联北高加索山上的口径 6 米镜，

它从1960年始建,共花了14年时间建成。后文将专门对其介绍。

高加索山上的6米镜只是以大取胜,应用性能不好。由于制造更大单块镜面工艺困难很大,且使用不方便,今天,人们不再制造这样巨大的单镜面望远镜了,而是采取化整为零等新技术,使望远镜有效口径又大幅度增大。美国夏威夷岛莫纳克亚山的凯克望远镜,口径10米,由36块小镜面拼成,成为目前世界光学望远镜之王。另外,一系列更大的望远镜正在筹建中。

消色差透镜与发明者

折射望远镜发明后不久,人们就发现通过它们观看天体时,星象周围会出现一种彩色的环。它使观测目标变模糊了,这种现象叫做色差。伽利略和开普勒都不明白它的起因,因而也无法消除它。

牛顿用三棱镜分解了太阳光,使他认识到白光原来是由不同颜色的光混合而成,玻璃对不同颜色的光具有不同的折射能力,这种现象叫做色散。红光的折射最小,所以它通过凸透镜后,聚焦在离透镜较远的地方;橙、黄、绿、蓝、紫光则依次聚焦在离透镜越来越近的地方。如果望远镜制做得使红光的聚焦最好,那么在红光的焦点处其它颜色的光已经越过了各自的焦点,物像周围就出现一道稍带蓝色的环边;如果望远镜

对紫光聚焦良好，那么在紫光的焦点处其余颜色的光尚未到达自己的焦点，于是物像四周形成一个稍带橙色的环。无论你怎样调焦，都不能完全甩掉这种色环

色差并不是不可消除的。我们可以用两种不同类型的玻璃来制造复合透镜：先用一块凸透镜使光线会聚，再用一块凹透镜使光线稍稍发散。光通过这两块透镜后再聚焦到焦点上。如果用以制造凹透镜的这种玻璃色散本领比制造凸透镜的那种玻璃大，也就是它能使红光与紫光分得更远。那么这块凹透镜色散作用可以抵消凸透镜造成的色差。

首先想到这点的是英国律师兼数学家 C. M. 霍尔（1703－1771 年）。他发现火石玻璃的色散显著地高于冕牌玻璃。便用冕牌玻璃作凸透镜，用火石玻璃作凹透镜，并且将两块透镜设计得正好能够拼合在一起。这种复合镜像一个凸透镜那样，既能使光线聚焦，又在很大程度上消除了色差。

霍尔担心别人捷足先登。为了保守秘密，1733 年他作了这样的精心安排：让一家光学厂商磨制他的凸透镜，同时让另一家厂商磨制他的凹透镜。他以为这样一来别人就不会知道他的意图了。

不料这两家厂商都很忙。他们不谋而合地将霍尔的任务转包给了第三者——乔治·巴斯。他注意到这两块透镜的主人都是霍尔，而且它们恰能紧紧地密合在一起。很自然地，两块透镜磨好后巴斯就将他们拼合起来仔细观看一番。他惊奇地发现：彩环消失了！

霍尔的秘密传开了。光学仪器商约翰·多兰闻讯后，对此作了透彻的研究，并且奠定了消色差透镜的理论基础。1757 年，他也用冕牌玻璃和火石玻璃造出了自己的消色差透镜。

霍尔对消除色差的试验，纯粹是出于兴趣爱好。他既不是一位光学专家，也不是一位天文学家。他既没有充分地应用自己的这一发明，也没有很好地宣传它。约翰·多兰则干得很出色，并且获得了制造消色差透镜的专利。只是在他的报告里全未提及霍尔在20年前已经做过几乎同样的工作。

约翰·多兰死于1761年。4年以后他的儿子彼得·多兰又发明了一种性能更好的消色差透镜。它由三块透镜组合而成：一块凹透镜夹在两块凸透镜之间。首先用消色差透镜制造折射望远镜的也是这父子俩，另外还有老多兰的女婿杰西·冉斯登。

人们通常将消色差的功劳归于约翰·多兰。也有人认为这似乎委屈了霍尔。不过多兰的实际贡献的确要比霍尔大得多。毕竟，他使本项新发明尽早尽善地付诸实用。

海尔和"海尔望远镜"

海尔是美国天文学家。他在太阳观测和制造巨型望远镜方面作出了重大的贡献。海尔1868年6月29日生于芝加哥，1890年毕业于麻省理工学院，1892年任芝加哥大学天体物理学副教授。当时，这位年轻的副教授迫切需要一架大型望远镜，但缺少资金。

金融家查尔斯·泰森·叶凯士当时控制着整个芝加哥的交通，赚获了大批钱财。"为什么不能把这种腐朽的金钱弄来为

科学事业服务呢?"海尔选中了叶凯士这个猎取对象。海尔从小爱读文学名著和诗。他既有坚韧不拔的意志,又娴于辞令。在他的游说之下,叶凯士不由得将钱从腰包里一点一点掏了出来。最后,这位金融家发现自己答应为新望远镜和安放它的天文台支付的款项总额竟达到了34.9万美元! A.G.克拉克替海尔磨制了这块口径达1.02米的透镜,它重达230公斤。整个望远镜造好后安装在1896年刚建成的叶凯士天文台中。从1897年5月启用到今天,已经将近100年过去了,它依然是世界上最大的折射望远镜。

海尔并不满足,早在1896年就已经在筹划造一架口径1.53米的反射望远镜了。这架望远镜于1908年建成,安装在帕萨迪纳附近的威尔逊山天文台上。海尔从1904年起筹建该台,1905年落成,他亲任台长。

在这架1.53米望远镜尚未建成之前,海尔就说服了一位洛杉矶商人J.D.胡克投资建造一架口径2.12米的大型反射望远镜。这位商人急于将自己的名字与世界上最大的望远镜联系在一起,并且不希望很快就被人超过,所以他甚至主动增加了赠款,而希望将望远镜的口径增加到2.54米(合100英寸)。

第一次世界大战虽然打乱了他的计划,但后来还算顺利。这架望远镜全重达90吨,于1917年11月启用。它为星系和宇宙论的研究作出了卓越的贡献。在长达30年之久的时间内,它一直是反射望远镜之王。

1923年,海尔在为天文事业谱写了许多激动人心的篇章之后,因身体不佳而"退休"了。但是,他仍然念念不忘发展更大的望远镜。他开始打算再造一架7.62米口径的巨型望远

镜，以后感到从 2.54 米到 7.62 米这个飞跃太大，最后又决定先建一架口径为 5.08 米(合 200 英寸)的反射望远镜。

随着帕萨迪纳，尤其是洛杉矶的迅速发展，夜晚的城市灯光对威尔逊山的天文观测构成了严重的威胁。“退休”了的海尔不辞劳苦，又跑到威尔逊山东南约 145 公里处的帕洛玛山选了一处安装 5.08 米镜的天文台台址。1929 年，海尔又从洛克菲勒基金会获得了一笔款后，便动手建造这个巨大的反射望远镜。

为了这项浩大的工程，人们付出了巨大的智彗和艰辛的劳动。为了尽量减小由于导热太慢而造成的形变，整块玻璃的背面都浇铸成蜂窝状的；严格控制温度让玻璃冷却共花了 10 个月的时间，冷却过程中附近河流泛滥，镜坯死里逃生。镜坯从纽约州的科宁横越整个美国运到加利福尼亚的帕洛玛，为了稳妥起见，火车昼行夜宿，时速从不超过每小时 40 公里；为减少遇上桥梁和隧道的麻烦，它走的是一条专线。然后镜坯又经过长时间的研磨和抛光，总共用掉了 31 吨磨料，最后成型时反射镜本身重达 14.5 吨，镜筒重达 140 吨，整个望远镜的可动部分竟重达 530 吨！

海尔于 1938 年 2 月 21 日在帕萨迪纳与世长逝。第二次世界大战耽误了望远镜的进程，他未能活着目睹这架望远镜竣工。最后，1948 年 6 月 3 日人们终于为这具硕大无朋的仪器举行了落成典礼。如今，就大小而言，只有苏联新造的 6 米望远镜略胜它一筹，但是性能却未必全面超过它。人们在帕洛玛天文台的门厅中塑了一座海尔半身像，铜牌上写着：“这架 200 英寸望远镜以乔治·埃勒里·海尔命名，他的远见卓识和亲自领导使之变成了现实。”

1969年12月,威尔逊和帕洛玛两处天文台均重新命名为海尔天文台。他的艰苦创业精神和顽强战斗意志确实值得人们学习。

高加索山上的巨灵

1948年美国帕洛玛山天文台建成口径5.08米的反射望远镜而荣获当时的世界冠军。12年后,前苏联科学院决心建造6米口径的反射望远镜来打破这项世界纪录。1974年在苏联北高加索的捷林楚克斯卡雅村附近2070米的帕斯图霍夫山上,6米反射望远镜终于挺立在世界大望远镜的最前列。6米望远镜从1960年计划开始到最后建成共花了14年时间,如果以正式使用来算,共花去16年时间。当年帕洛玛的海尔望远镜花了12年时间才建成,而6米望远镜的难度同5米望远镜相比应以倍计,所以建成的速度应该说是很快的。

6米望远镜的镜面由前苏联首屈一指的列宁格勒国立光学工厂设计制造,单单是镜面玻璃毛坯的浇铸准备和多次试浇就花去了4年多时间。主镜正式的玻璃毛坯在1600度的高温下浇铸成功。为了让它慢慢地均匀冷却而不产生气泡或微小的裂纹,又花了2年零4个月。70吨重的玻璃用15000克拉的金刚刀切割掉28吨的余料后,42吨重、65厘米厚的镜块在三层隔墙的恒温车间里研磨精加工成抛物面镜(加工精度要求为0.1微米),然后在特制的大型真空镀膜机中镀上铝

膜。

1974年夏，6米镜面从列宁格勒国立光学工厂运往遥远的高加索安装。120吨的重型平板车装着这件巨大的光学镜面，先走公路运到莫斯科，改走水路南下到达顿河上的罗斯托夫，再继续走公路运抵目的地。为了避免运输过程中发生意外事故，在真正的镜面运送之前，作了模拟运输演习，沿途加固了桥梁和公路路面。正式运输中，还有专门的护送队随行。在公路上，规定行车速度不得超过8公里的时速，实际行车中，有些地段甚至行车速度还不到每小时3公里。

整个6米望远镜共重950吨，其中支撑镜面的钢架"镜筒"重300吨。望远镜由25000个大部件构成，高度为42米。站在望远镜底下仰视，一眼看不到它的全貌，。有人形象地称6米望远镜为高加索山上的巨灵。

6米望远镜本身如此高大，它的观测室硕大无比是可以想象的。整个观测室的地面到圆顶的顶端高达53米，相当一座10多层的高楼大厦。圆顶的直径44米，由银白色的铝片构成，共重1000吨！天窗宽11米，重30吨，是弧形的单窗，向上滑行开启。圆顶观测室内有冷气调节装置，观测前必须预先把室内温度调节到同室外一致，天窗才能自动开启。

现代化大望远镜都是赤道式装置，在6米望远镜的装置上，设计师放弃传统习惯，大胆采用地平式装置，即镜筒绕水平轴旋转，叉臂带着镜筒绕垂直轴旋转。地平式装置的突出优点是望远镜的各转轴和支点承受的巨大负荷，在望远镜的不同观测姿态时是对称的。这给设计和制作带来许多方便。有利必有弊，随之而来的问题是望远镜跟踪天体时，必须把观测对象的赤道坐标的连续变化随时转换成地平坐标的数值，

然后指令望远镜的两条转轴按此数值跟踪天体运转。这种坐标变换的功能在电子计算机技术已经充分发展的今天,并不难实现。6米望远镜配备有专用的计算机来操纵望远镜的跟踪运动。跟踪天体发生偏差时,还有一套主镜为70厘米的光电导行系统加以"修正"。6米望远镜大约可以观测到100亿光年远的天体。它主要是用来观测研究和探索当今天体物理学上最热门的一些对象,如类星体、脉冲星、活动星系、黑洞等特异天体。

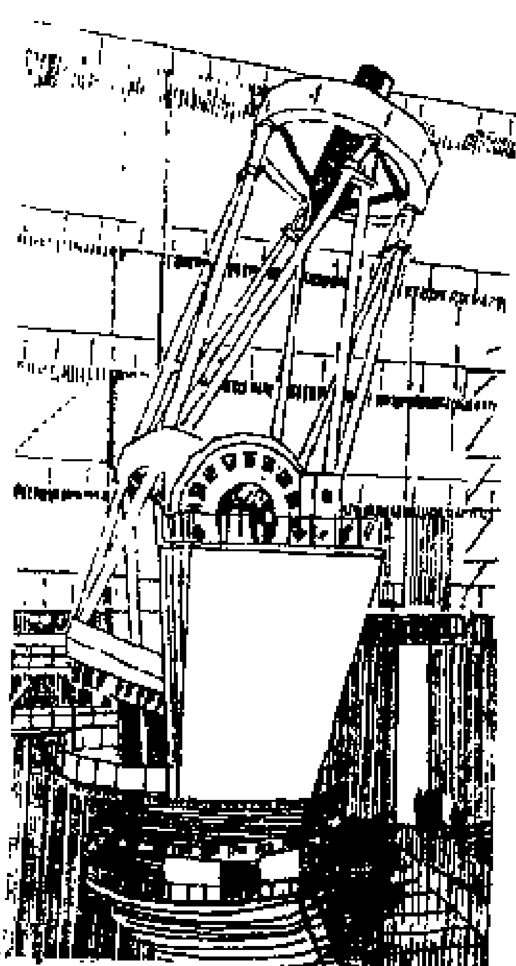


图3.6 6米镜全貌

实际上,6米光学望远镜仅仅以大取胜,从观测性能和效果来讲,它并没有充分发挥6米口径的威力。这主要是它的主镜材料原来用的是派勒克斯型的普通玻璃,这种玻璃的膨胀系数比较高。望远镜在实际使用过程中,由于外界大气温度的变化,从而引起主镜镜片产生难以收拾的热畸变。这块65厘米厚的6米镜片热惯性非常大,要使它与外界温度平衡,需要3天时间。因此只有在几个夜晚大气温度相同,而且使白天观测室内温度恒定于夜晚温度的条件下,才能进行观测。很明显,这样的特殊条件,是无法实现的。前苏联天文学家们曾试图在白天按夜间预计可能出现的温度来调整6米镜片的温度,但总未成功。唯一的解决办法就是用低膨胀系数的

材料作镜面，将原来的玻璃镜面换下来。

1984年，6米镜更换了一次主镜，用零膨胀系数的微晶玻璃制作的第三个主镜已在1992年成形。现在成像质量虽大有改善，但由于台址不够好，天气条件也限制了望远镜的使用效果。总之，6米镜不是很成功。

新一代大型光学望远镜

目前，世界上最大的光学望远镜是口径10米的凯克望远镜，安装在美国夏威夷岛的莫纳克亚山上。位于美国夏威夷群岛的莫纳克亚山，是一座死火山，到处都是火山口，如同月球表面的景象。该山海拔高度4200米，气势磅礴，山的名字在夏威夷语中是："白色山峰"的意思。当地人称这座大山是"雪神之家"。这里大气稳定、清洁干燥，无城市灯光造成的"光污染"，云层总在脚下，天空分外晴朗且发暗。因此这里成为地球上最好的天文台址。加拿大的3.6米镜、夏威夷大学的2.2米镜、联合国的3.8米红外镜、美国宇航局的3米红外镜都安放在这里。日本正在筹建中的8.3米昴星团望远镜也将安装在这里。

凯克望远镜1991年建成使用效果很好。它耗资1.3亿美元，资金主要是美国大企业家凯克捐赠的。凯克望远镜口径10米，由36块1.8米的六角形镜面拼合而成。整个仪器气势宏伟，技术先进。每片镜面都很薄，只有10厘米厚。

一个10米望远镜，按过去老技术，差不多要用1米厚的玻璃。仅仅玻璃镜面本身的重量就得几百吨。不仅浇铸这么大一块均匀玻璃很难，而且在镜面朝不同方向转动时，望远镜本身要变形，也会引起镜面的变形，镜面因变形受到的压力大了，就容易损坏。另外，镜面都这样重，那么其镜筒又该多重呢？一般机械部分的重量与口径的立方成正比增加。一台2米口径的望远镜的可转动部分是90吨，10米望远镜，口径增加了5倍，相应机械部分就该增加125倍，这样望远镜的转动部分就要上万吨。一个上万吨的东西在空中转动，使它精密地跟踪天体，并方便地选择某一观测目标，是难以想象的。由此原因，原来人们认为能作的最大望远镜只能是5米了，高加索虽有个6米镜但实际上并不成功。

但是凯克10米镜的问世，打破了人们的旧观念，一系列新的大型望远镜又开始筹建。鉴于上述理由，现代望远镜的制作完全冲破了过去的单块镜面的制造思路出现了很多制造大镜面的新技术：

1、薄面镜拼接技术。凯克望远镜，整个镜面由一块块小薄镜片拼接而成。

2、多面镜组阵。如1979年建成的美国亚利桑那霍普金斯山上的多面镜望远镜，是由6面口径各为1.8米的望远镜组成。6面镜绕中心排成了一个六角形，来自6面镜的6束光各经一个平面镜射向一个6面光束合成器，在这里，6束光汇合在一个焦点上。这个多面镜合成的口径相当于4.5米。

3、掏空技术。就是把镜面铸成蜂窝状。美国亚利桑那霍普金斯天文台1995年建成的6.5米MMT望远镜主镜，采用的就是这项技术。其做法是先把一种泡沫塑料似的、六角形

的东西摆放好，在浇铸镜面时把它浇进去。等镜面浇好之后，再用高压水把六角形东西冲掉，就形成了背部为蜂窝状的镜面。这样，镜面的自重和热变化所引起的畸变就可大大减小。

除了在镜面上作文章外，对镜面的形变又采取了调节镜背面支撑压力来补偿的新技术。不管是重力引起的形变，风压引起的望远镜抖动，还是大气扰动引起的星像扰动，都可以主动调节补偿。这项新技术称为“主动光学和自适应光学技术”。

由于这些新技术的出现，使新一代望远镜有了很大突破。10 米凯克望远镜是一只突破的“领头雁”。后面已有许多正开始筹建。凯克望远镜非常成功，从它拍摄的彗星撞击木星的清晰照片上，看出了它的威力。这一成功激励了天文学家们和投资者，凯克基金会已决定再投资 7 千多万美元再建造一台凯克望远镜，称为凯克Ⅱ望远镜，口径也是 10 米，现已在建设当中，计划 1996 年完工。凯克Ⅰ和凯克Ⅱ，两台 10 米的合在一起，利用光的相干技术，构成一台光学干涉仪，其作用和威力将是很了不起的。

除了凯克望远镜外，世界上还有三台更大口径的望远镜已在建设中。一台是欧洲南方天文台在智利帕拉纳尔山上造的巨大望远镜(VLT)，它是由 4 个 8.2 米的反射望远镜组成，相当于口径 16 米的一台望远镜的观测威力。4 台分镜，每台的转动部件重量有 400 吨，计划 2000 年建成。另一台大型望远镜是计划 1997 年完成的大型双筒望远镜，由一对各为 8.4 米口径的反射望远镜组成，由美国亚利桑那大学、意大利阿切特里天体物理台和图桑的研究委员会联合，安装于美国亚里桑那格雷厄姆山上。其转动部件重 350 吨。第三台是“分光

巡天望远镜”(SST),口径11米,由91片反射镜拼合而成。安装在美国得克萨斯州洛克山,计划1996年建成。

纵观20世纪末望远镜的发展,日新月异,高峰叠起,一浪推一浪。美国大企业家的慷慨捐资,为天文事业的发展起到了很大推动作用,令人敬佩。科学发展,人类进步是全人类的事业,这个领域不分阶级,不分贫贱,应该有力出力,有钱出钱!中国的天文学家们也在呼唤着期盼着中国的凯克出现!

宇宙射电的发现

宇宙射电,即来自宇宙空间的无线电波。自从1888年赫兹进行了第一次无线电波实验之后,科学家们就多次试图探测来自太阳的无线电辐射,但由于当时他们的探测装置的灵敏度太差,都遭到了失败。

1932年,一位名叫卡尔·古特·央斯基的美国无线电工程师发现了来自银河系的射电波,开创了射电天文学的历史。

央斯基于1905年10月出生在美国俄克拉何马州的诺尔曼,他的父亲是捷克后裔,但早已在美国定居并成为威斯康星大学的一名教授。卡尔·央斯基在同一所大学取得物理学学士学位,然后到美国新泽西州的贝尔电话实验所工作。他的主要工作是对短波无线电通讯问题进行研究。他对于“天电干扰”特别关心。“天电干扰”现象是无线电操作人员的大敌,这个问题长期以来一直是一个谜,使无线电操作人员伤透了

脑筋。贝尔电话实验所决心尽全力查清天电干扰的原因。

1931 年 12 月，央斯基在新泽西州霍尔姆德尔的一家农场架起了一具奇妙的装置。它看上去有点像一个飞机翅膀的骨架，下面安上了四个轮子。这个装置可以在一个马达的带动下旋转起来，他给它起了个绰号叫做“旋转木马”。央斯基又用一台灵敏度很高的接收机和“旋转木马”相连接。“旋转木马”实际上是一个方向性很强的无线电天线系统，央斯基想用它来研究天电干扰。

央斯基首先发现了一种天电干扰讯号，它是由雷暴活动引起的。此外，1932 年 1 月央斯基又发现了另一种噪声，这种噪声在接收机中表现得十分微弱而又十分稳定，这使央斯基产生了很大的兴趣。起初，央斯基猜想这种噪声来自太阳。但是，经过一年多的仔细观测和分析，央斯基发现它并不是来自太阳，而是来自太空中某个确定的点，因为这种讯号的强度总是以 23 小时 56 分 04 秒的周期在变化着，这个变化周期恰巧就是地球相对于恒星的自转周期，而地球相对于太阳的自转周期是 24 小时。那么这个确定点究竟在哪里呢？央斯基发现，每当“旋转木马”指向银河系的中心——人马星座的方向时，这种干扰讯号就最强。答案终于找到了，由“旋转木马”接收到的无线电辐射讯号是来自银河系中心的。1934 年 4 月，央斯基在国际无线电联盟会上宣布了这一发明。央斯基的这篇论文成为射电天文学的第一篇经典著作。

1935 年 5 月 5 日，有几家美国报纸把央斯基的这个发现作为头条新闻刊出。然而，这一重大发现在当时并没有引起天文学家们的重视，因为他们对这个问题无法解释。他们认为任何一颗恒星和任何一种星际物质都不会发射出这么强的

无线电波。央斯基在1935年又对原有资料进行了分析，用了更精确的方法，确定最强的辐射方向确在银河中心，并用方向性更好的菱形大天线进一步测定，更加证实了这一结论。

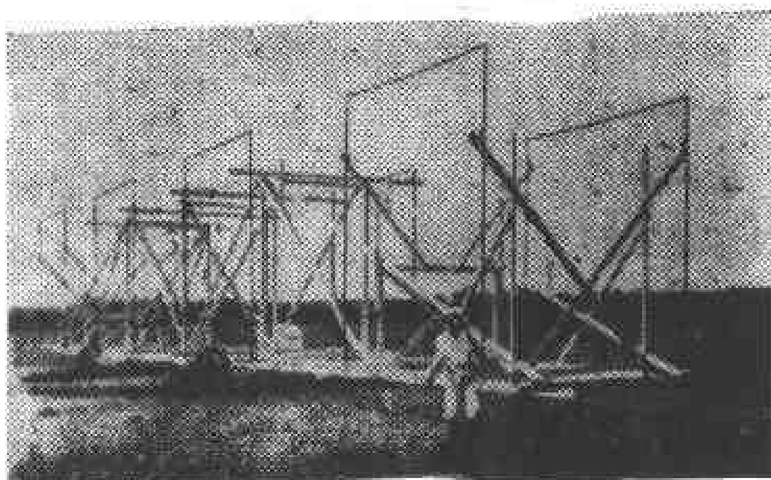


图3.7 央斯基的"旋转木马"

央斯基的发现，开辟了无线电和天文学相结合的边缘学科——射电天文学。可惜的是，1936年以后，央斯基已基本上不再搞天文观测，他又转到横越大西洋的短波无线电传播的测量以及接收站的选址方面。不久美国卷入了第二次世界大战，谁也没有时间研究"星星的噪声"了。第二次世界大战结束后，央斯基的身体每况愈下，1949年病情恶化，1950年1月因肾炎加心力衰竭而逝世。

在央斯基逝世的那个悲痛日子里，央斯基的哥哥告诉他家人说，央斯基对科学的贡献，他发现的全部价值，至少要在半个世纪后才会被人们认识到。然而仅仅10年后，央斯基发现的科学价值就实现了，射电天文学已成为天文学的一个新的分支，并取得了重要进展。

射电望远镜

30 年代的职业天文学家们对央斯基的重大发现并不重视，这项开创性工作几乎无人问津。然而，一位业余天文爱好者、无线电工程师格罗特·雷伯却对此产生了极大的兴趣。

雷伯于 1911 年 12 月诞生在美国伊利诺斯州的惠顿。当他还是一个孩子的时候，就制作了一些功率较大的无线电发报机，与其它国家的无线电迷们搞通讯联系。1933 年，当央斯基接收到银河中心的射电讯号这个消息发表以后，雷伯就打算制造射电望远镜。经过几年的努力，到 1937 年雷伯终于制成了世界上第一台射电望远镜。这是一台很大的仪器，雷伯把它安装在自己家的后院里。它的天线是一个由金属板拼成的直径约 9.6 米的抛物面，在抛物面的焦点处放有一对锥状的小接收天线。抛物面天线能将天体发来的射电波收集起来，就像光学抛物面镜能使光波聚焦一样，当然它并不产生可以看见的像，雷伯对他的这架射电望远镜抱有很大的希望。

1932 年，央斯基是在 14.6 米波长上发现的银河电波，雷伯决心要在更短的波段上来验证央斯基的这个发现。1939 年 4 月，他终于在 1.87 米波长上接收到了来自银河系中心的射电波。此外，他又在天鹅座、仙后座、大犬座等星座中发现了另一些射电源。使他感到惊异的是，他找不到与这些射电源相对应的可见恒星。譬如，没有探测到来自天狼星、织女星

等明亮天体的射电波，然而，在仙后座中没有明亮天体的部分天空却似乎发出强射电波。

雷伯在1940——1945年间公布了他的部分发现。因为当时正值第二次世界大战期间，雷伯的工作也没有引起其他天文学家们的足够重视。当然，雷伯的原始型射电望远镜和现代的大型射电望远镜比起来确实显得十分微小，但是他作为射电天文学最杰出的创建者之一则是当之无愧的。

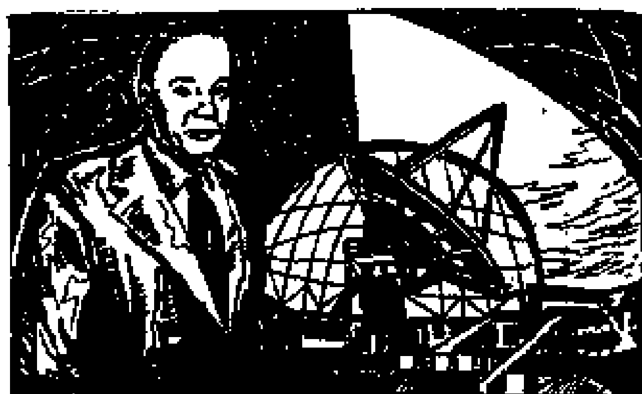


图3.8 雷伯和他的射电望远镜

与光学望远镜类似，射电望远镜的分辨本领与望远镜的口径成正比，与接收到的天体辐射波长成反比。由于无线电波长比可见光长10^4～10^7倍，所以一般射电望远镜的分辨率很低。为了增大射电望远镜的分辨本领，人们后来就拼命增加望远镜的口径，并产生了射电干涉仪。

最简单的射电干涉仪是由两架抛物面天线组成的双天线干涉仪，把两个天线用等长度传输线连接到一个接收机上，它在两天线连线方向上所获得的分辨本领相当于口径等于两天线距离的单天线射电望远镜。双天线干涉仪为英国著名射电天文学家顿尔在20世纪40年代中期首创。

双天线干涉仪的进一步发展则是由多面天线等间隔排在一条线上的多天线干涉仪。不论是双天线还是多天线，它只能提高某一方向上的分辨率，如一个东西方向排列的天线阵，只能提高东西方向的分辨率，南北方向上的分辨本领就不好。

因此澳大利亚的米尔斯设计制造了一种十字形天线，就可以同时获得南北、东西二维的高分辨率。60年代建成的世界上首屈一指的澳大利亚莫朗格洛米尔斯十字就由长1600米、宽12米的两个抛物柱面所组成。

单天线望远镜从1957年到1971年一直是英国焦德雷尔班克的口径76米的抛物面天线射电望远镜独领风骚。它是可跟踪天体的，天体自东向西走，它也跟着转。在这一点上来说，它比米尔斯十字阵优越。

20世纪60年代后，射电技术飞速发展。大口径射电望远镜相继建成。其中最突出的是美国阿雷西博射电天文台的305米固定球面射电望远镜和西德马克斯·普朗克射电天文研究所的100米口径的全动抛物面射电望远镜。

阿雷西博305米固定球面射电望远镜建在一个天然山谷中，主反射面是球面。1963年刚建成时盘面是编得很松的金属线网，可探测最短波长为50厘米。1974年又改成由38774块铝制面板拼成的球面，可以接收短到7厘米的极微弱的射电信号。这架巨大的射电望远镜是固定在地球上的，只能通过改变接收器的位置和利用地球的自转探测到天线南北各20°范围内的射电源。

德国的100米口径射电望远镜至今仍是世界上最大的可转动自动跟踪天体的射电望远镜。它于1971年建成，使用效果很好，可探测到相当微弱的射电源。

射电望远镜有两个方面无法与光学望远镜相比，一是其分辨本领不及光学望远镜，二是无法看到天体的像，接受到的只是无线电信号。后来发展起来的甚长基线干涉仪和综合孔径射电望远镜使这两个问题得到了完善解决。

我们知道一般干涉仪是利用电缆将两架或多架天线组合起来，两天线间连线称为基线，基线越长，分辨本领越高。但是基线的长度不能太长，太长了受到制作精度、温度等各种条件影响会使两个天线接受到的信号不能同时到达接收机，无法实现同一信号的叠加。后来，人们想出了好办法，不用电缆线，将两个天线各自独立，都带有非常准确的原子钟记录时间，让它们同时接受同一信号，各自将接收到的信号记录到磁带上，然后将两磁带一起送到处理机上进行合成处理。这种干涉仪的基线可以很长，不受任何限制，被称为甚长基线干涉仪。甚长基线干涉仪的基线可以扩展到地球两端，而且不限于两架天线，还可连成网络。这样，人类就相当于拥有了一台口径相当于地球这么大的单天线射电望远镜。使用这一望远镜，如果接收的是厘米量级的电磁波，可以区别开天空中相隔0.0002角秒的天体。

综合孔径射电望远镜是将许多面天线同时观测同一射电的天体，这样可以获得射电源的像。这个使射电天体成像的办法是英国射电天文学家赖尔在50年代首先提出来的，赖尔因此荣获1974年诺贝尔物理学奖。70年代以后，综合孔径射电望远镜发展很快，其中美国在新墨西哥州建的由27面直径各为25米天线组成的特大型综合孔径射电望远镜尤其壮观。它简称为甚大阵，于1982年建成。

飞出地球

天体发射出的信号包括了从 γ 线到无线电辐射的全部波长。但是由于地球大气的存在，除了可见光和它附近的近紫外、近红外光以及 1 毫米到 30 米的射电波外，其余的天体辐射绝大部分被地球大气挡住了。人们早就梦想飞出地球，脱离大气的羁绊，到地球大气之外去天外观天。

气球、火箭、航天飞机、地球卫星、宇宙飞船使人类的梦想逐步变成了现实。

1957 年 10 月 4 日，前苏联发射的第一颗人造卫星——“卫星”1 号成功。一个月后，“卫星”2 号又发射成功，上面还载了一条活狗。

1958 年 1 月 31 日，美国不甘落后，也发射“探险者”1 号卫星。

从此，人类进入了宇航时代。也为空间天文探测开辟了广阔的道路。

从 20 世纪 50 年代开始，前苏联发射了一系列“月球”飞船，首先对月球进行了考察。1959 年 10 月 4 日，前苏联的“月球”3 号飞船成功地拍摄到了月球背面照片，揭开了月球背面的真正面貌。1966 年 2 月 3 日，“月球”9 号首先在月球上软着陆成功。1970 年 9 月，“月球”16 号自动挖取了月球上的样品并返回了地球。1970 年 11 月和 1973 年 1 月，“月球”

17号和21号各携带一辆月行车，实现了在月面上的自动行驶。

美国从60年代起，一直在努力实现人类登月的梦想。

1961年8月到1965年3月，美国发射的9艘“徘徊者”飞船，最后3艘在月球表面硬着陆成功。1966年5月至1968年1月发射的7艘“勘测者”飞船，有5艘在月面上软着陆成功，并证实了月球表面强度足以支撑宇宙飞船的降落。1966年8月到1967年8月发射的“月球轨道环行器”由5艘围绕月球轨道的飞船组成，目的在为登月飞船选择着陆点。1965年2月到1972年12月，共发射“阿波罗”飞船17艘，前4艘不载人，7～10号4艘载人飞船为后面登月飞船作种种试验。1969年7月16日，“阿波罗”11号发射，7月20日，两位宇航员登上了月球。当阿姆斯特朗第一个登上月球时，讲了一句颇具哲理的话：“这一步对我来说是很小的一步，但对整个人类来说是巨大的一步！”

此后“阿波罗”12号、14号到17号都取得了成功，先后共有12名宇航员登上了月球。他们在月球表面进行了大量科学实验，并安装了许多仪器。

美苏两国都发射了很多飞船探测金星。苏联从1961年到1981年共发射“金星”号14艘，美国的是“水手”2号、5号、10号，以及“先驱者－金星”1号。其中“水手”10号在1974年到1975年三次探测了水星，离水星最近时只有327公里。1970年12月15日，“金星”7号飞船的登陆舱在金星表面实现了软着陆，此后，“金星”9号、10号、11号、12号都先后有登陆舱安全降落到了金星的表面。1985年6月9日和15日苏联的“韦加”1号和2号探测器的着陆舱又相继降落在金星表

面，当时全世界约有 20 面天线在接收"韦加"发回的探测数据。

美苏探测火星的飞船也不少。1962 年 11 月到 1973 年 8 月，苏联发射"火星"号飞船 7 艘，其中"火星"3 号登陆舱率先在火星表面着陆。美国的"水手"4、6、7、9 号以及"海盗"1 号和 2 号对火星探测取得了不少成果。1976 年 7 月 20 日和 9 月 3 日，"海盗"1 号和 2 号的登陆舱相继在火星着陆，并拍到了着陆点附近清晰的照片。

木星、土星、天王星和海王星的探测，是由美国 1972 年 3 月 3 日和 1973 年 4 月 5 日发射的"先驱者"10 号和 11 号飞船以及 1977 年 8 月 20 日和 9 月 5 日的"旅行者"2 号和 1 号飞船完成的。"先驱者"10 号和 11 号分别于 1973 年 12 月 4 日和 1974 年 12 月 3 日飞越木星，"旅行者"1 号又于 1979 年 3 月 5 日飞越木星，4 个月后，旅行者 2 号也如期到达。大量木星探测资料使人们对木星的认识耳目一新。

1979 年 9 月、1980 年 11 月、1981 年 8 月，"先驱者"11 号、"旅行者"1 号和 2 号相继掠过土星，土星的光环结构使人们大为震惊。

天王星的唯一使者是"旅行者"2 号，于 1986 年 1 月飞越该星。1989 年 8 月"旅行者"2 号又抵达了海王星，从高空拍下了海王星的美丽照片。

在太阳系九大行星中，唯有冥王星还未迎接到人类使者的来访。相信，这只是个时间问题了，人类不会使冥王星失望。不仅如此，人类飞出太阳系的愿望的实现也可能为期不会太远了。

哈勃空间望远镜

哈勃空间望远镜简称HST，于1990年4月25日由“发现者”号航天飞机载入了太空。这是人类第一次将望远镜送进太空的壮举。它可以避开大气的干扰，观测遥远天体发出的从紫外到红外整个光谱区不同波长的辐射，为天文学家们了解宇宙开辟了一个新窗口。正如美国天文学家伯比奇所说：“天文学家一直梦想着到大气层外面去观测宇宙，这一愿望的实现使我们激动万分，这好像是揭开了宇宙的面纱，使我们得以瞻仰其全新的面容。”

这架望远镜原来叫“空间望远镜(即ST)”，它的第一个任务是测定宇宙距离，因为美国天文学家哈勃最先研究了宇宙距离并作出了重大贡献，所以望远镜发射后就改名“哈勃空间望远镜”。

这架望远镜原计划于1986年由“挑战号”航天飞机送上太空，但是“挑战号”于1986年1月28日在空中发生了爆炸，7名宇航员无一幸免，还有一位教师。因此发射推迟了6年。

这架望远镜实际上在70年代技术指标就定了，并开始制造加工。它是一架光学望远镜，主镜相当大，口径为2.4米，主体为长13米、直径4.3米的圆筒，总重量12.5吨，耗资21亿美元，为美国国家航空与航天局(NASA)和欧洲空间局(ESRO)联合研制。按设计，这架望远镜的分辨率比在地面

上可以提高 10 倍，可以发现比以前暗 40 倍的天体，可以看到比以前远 6～7 倍的宇宙，可以使所看到的天体的数目一下子增加数倍。然而，好事多磨，这架望远镜不仅发射过程一波三折、动人心魄，上天以后又发现光学系统存在缺陷，又派人进入太空进行了数天的修复，演出了一场亘古未有的绝唱。

哈勃空间望远镜本打算 4 月 10 日发射。清晨，数百名天文学家和 HST 专家聚集在美国肯尼迪航天港。在航天飞机预定起飞前 4 分钟，驾驶员查尔斯·博尔登发现一个装置的涡轮旋转过快，于是停了下来，发射立即取消。处理这一问题用了近一周的时间，又发现蓄电池的电也用完了，又充电。两个星期过去了。4 月 24 日，英国航空航天局准备再试一次。当辅助发动装置运转 3 分钟后，又发现有个阀门没关上。暂时停下来，发射小组关紧了阀门，美国东部夏令时 8 点 34 分，“发现者”航天飞机才载着 HST 离开了发射台，直刺蓝天。

航天飞机一般的高度是 220 公里，“发现者”的目标是 610 公里，实际超过了 4 公里。上天后，宇航员们很快把地球边缘的景色传给了地面，使地面观众大饱眼福。

航天飞机一切正常，4 月 25 日早晨，宇航员们准备把 HST 释放进轨道。在太空中，宇航员们克服了种种困难和麻烦，直到下午 3 点 38 分，航天飞机才与望远镜脱离，HST 成为一颗绕地球自由飞行的卫星。几经周折，27 日上午 9 点 45 分，哈勃望远镜的玻璃巨眼第一次看到了天空，下午，“发现者”和宇航员们胜利完成了释放 HST 的全部任务，4 月 29 日，顺利返回了地面。

举世瞩目的哈勃望远镜迈上了它的征程，并于 5 月份开始观测。在一片欢呼声中，人们收到了它 5 月 20 日发回的第

一张照片。然而这张照片使所有的人都傻了眼，大失所望。这望远镜 成像的质量太一般化了，和地面上拍摄的几乎一样！ 没达到要求。

望远镜到底出了什么毛病？地面上下达了各种指令对HST进行检查。是照相机有问题？不是，照相机在地面上拍得照片很好。要么是望远镜主镜或副镜的问题了。一分析，是望远镜主镜有球差。所谓球差，是光线经过反射后没有会聚到一点上，这样成的图像就不清晰。怎么会有球差呢？设计中都是消除了球差的，而且主镜的磨制精度已达到了1/20波长的高标准。最后，只好检查原始数据。

美国人的管理水平是很高级的，所有的操作都有纪录，什么时间？怎样磨制的？磨了几圈？磨去多少？一切都输在计算机里存着。调出这些原始资料来一看才发现，原来犯了一个小学生才犯的错误：检验镜的位置放错了1.3毫米。在这个错误的位置上下达指令磨得镜面精度好极了，可是与设计不符。

这么先进的技术和管理，出个这么简单但严重的错误，使美国人在全世界丢了面子。为此，许多人丢了乌纱帽，引咎辞职了。

要解决哈勃望远镜的问题，需要宇航员上去给它安装一个矫正透镜，用以矫正它的视线，就如同给它戴上一副近视眼镜一样，使它恢复视力。1993年12月2日，美国宇航局又发射了载着7名宇航员的“奋进”号航天飞机，进入太空去修复HST。

从12月5日到12月9日的5天时间内，宇航员们不仅给望远镜安装了矫正透镜，还更换了一些其他易损坏的元件。

经过修复的望远镜的各项指标大大提高了。目前，它已经正常动转，并不断向地面发回一些新消息。

四　探索者的足迹

向战神挑战

德国伟大的天文学家开普勒在研究火星运动时，把自已看成是向战神马尔斯挑战的地球超人。马尔斯是罗马神话中的战神，在希腊神话中叫阿瑞斯。传说他是天神与神后所生的孩子，长得强壮英俊。他的性格十分残暴，到处挑起争斗，是专管战争的神。由于火星发出赤色的光芒，好像是火焰和流血，让人联想起刀光剑影的血腥战场，因此便将火星看成是战神的象征。直到现在，人们还管火星叫做马尔斯。

开普勒是哥白尼宇宙体系的信奉者，因此他相信火星一定是沿圆 形轨道绕太阳公转。他想依据他的老师、丹麦天文学家第谷去逝前留给他的天文资料，找出火星的运动规律。他先制定了一个火星运行规律的表格，并认为这个表格就是征服战神马尔斯的枷锁，他要把火星俘虏到表格中去，但是开普勒并没有成功，他发现火星不听话，它并不沿着他计划好的轨道运行。战斗的第一回合对开普勒实在不利，他在一篇文

章中写到："留在天球上的诡计多端的敌人，出乎意料地扯断我用方程构成的锁链，从表格的监牢里冲了出去，在一次次的战斗中，它使我的由物理因素构成的军队受了损失，挣断了束缚，逃向自由了。"

开普勒毫不气馁，又开始整理第谷留下来的资料。他非常相信第谷精确的观测数据，耐心地研究火星年复一年在天球上的运动，经过不倦的努力，他终于找到了失败的原因：火星的轨道不是圆，而是椭圆！这个椭圆与过去设想的圆形相差非常微小，在黄经度上只差8个弧分。开普勒的这一发现，对科学的进步是多么重要啊！用他的话说："就凭这8′的差异，便引起了天文学的全部革新。"在这一发现的基础之上，开普勒建立了行星第一运动定律：行星围绕太阳运行的轨道是椭圆，太阳在这椭圆的一个焦点上。

新的发现使开普勒受到极大的鼓舞。他又开始编制火星运行表了，但是战神又一次从他的表格里逃脱出来。原来，火星在它的椭圆轨道上运动是不均匀的。开普勒在一年的时间里，一遍又一遍地仔细计算，总觉得不对头。他抑制住自己的绝望心情，准备一切从头开始，他写道："我的团队溃败了，但我又召集新兵去作战了。"

在新的战斗中，开普勒发现了马尔斯的运动规律。首先，火星在轨道上的运动速度是不均匀的，火星离太阳近，运动就快；离太阳远，运动就慢。于是就诞生了行星运动第二定律：在相等的时间间隔内，行星和太阳的连线扫过面积相等。后来，开普勒又经过许多失败，终于发现了行星的第三规律：任何行星公转周期的平方同轨道半长径的立方成正比。这样，开普勒终于建立了著名的行星三大运动定律。

战神马尔斯再也无法逃脱了，它只好束手就擒，老老实实地按着开普勒编制的表格在太空中运动。随后其它行星也都成了开普勒的阶下囚。开普勒高兴地说："敌人到底被我关在运行表里了！"他情不自禁地在他手稿的最后一页画了一幅胜利女神的肖像。但是，开普勒并没有被胜利冲昏头脑，他自勉道："你以为你已经什么都知道了吗？不，你想错了！还有许多事情，尽管你这么顽强，也是不容易知道的。"是的，新的科学高峰正等待着像开普勒这样的科学斗士去征服。

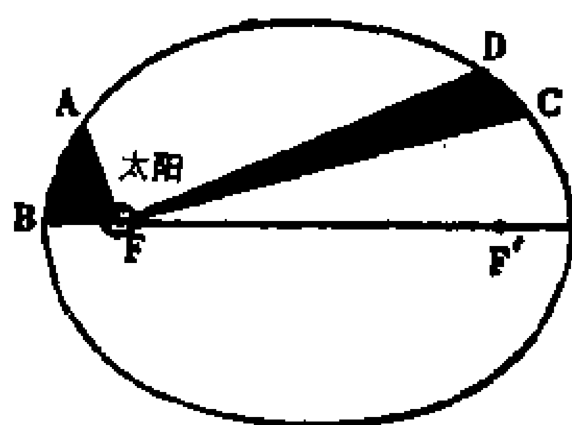


图 4.1　行星的椭圆轨道

天王星的发现

太阳系中的水星、金星、火星、木星和土星，是人们用肉眼就能看见的五大行星，所以，人类的祖先很早就认识了它们，并且把它们与太阳、月球一起称为"七曜"。意思是说，它们是天上七颗有光芒的，能够照耀人间的天体。

在 200 多年前，人类一直把土星看做是太阳系的边陲。

直到1781年3月13日英国天文学家威廉·赫歇耳用自制的望远镜发现了太阳系的一个新成员为止。

赫歇耳是一名业余天文爱好者，他35岁时开始利用业余时间自己动手磨制望远镜，当时反射镜一般都用铜作镜面，但是单纯的铜容易氧化而失去光泽。赫歇耳大胆进行了改进，试验成功了用两份铜与一份锡的合金镜面，效果很好。赫歇耳磨制镜面完全是靠手工操作，这是一项艰苦而又细致的工作。他白天参加宫廷乐队的演奏，一回家就立即投入到他的镜面磨制工作中去。他不分寒暑昼夜地干着，饿了就让妹妹给他喂饭吃，累了就让妹妹为他朗读小说。他就是以这种铁棒磨成针的精神来磨制镜面的。

1776年5月1日，一架2米长的反射望远镜诞生了。有了自己磨制的望远镜，赫歇耳便请了一些帮手立即把它安装起来，使望远镜轻巧灵活地指向天空，开始他的第二步计划——巡天观测。他珍惜每一个可以进行观测的晴夜，常常是整夜的观测，第二天还得拖着疲惫的身子到宫廷去演奏，以便换来日常生活费用，晚上不管回来的多晚，只要天气晴朗，他总是继续进行观测。妹妹始终跟在哥哥身边做观测记录，白天便进行整理计算。弟弟在哥哥指点下，继续做磨制更大的镜面的准备工作。

就在他们进行天文观测的第五个年头，即1781年3月13日，那天晚上10时许，当赫歇耳把望远镜指向双子座时，一颗从来没有看见过的新星在望远镜里出现了。

开始，赫歇耳使用的是能够放大270倍的目镜，接着更换成能够放大460倍的，最后又使用了能够放大930倍的。更换目镜是判断恒星还是行星或彗星的一种观测方法。在更换

目镜镜面后，星体如果变大，则该星体属于行星或彗星；星体如果不变，则该星体是属于恒星。

赫歇耳更换目镜镜面后，发现星体增大，由于传统观念认为在太阳系里只有水星 金星 火星、木星、土星和地球这六大行星。所以，赫歇耳便似是而非地把它当成一颗遥远的彗星。

在他妹妹的观测记录簿上连续记录着：

3 月 19 日，彗星东移。

3 月 25 日，彗星速度加速，星体逐渐增大……

3 月 28 日，彗星体再增大，逐渐接近地球。

4 月 6 日，使用放大 278 倍目镜观测，彗星边缘清楚可见，但是，未见周围的雾状云及彗尾。

赫歇耳认为："既不见彗尾，又没有雾状云，恐怕不是一颗普通的彗星。"

为了弄清这颗新星的真实身份，赫歇耳迫切需要求助于整个天文学界的帮助，希望各国天文学家都来进行对这颗新星的观测。因此，他在 1781 年 4 月 26 日向英国皇家学会提交了一篇名叫《一颗彗星的报告》的论文，阐明了他发现这颗新星的位置和特点。并希望各国天文学家对它进行观测。

赫歇耳的报告，引起了天文学界的极大震动，许多天文学家纷纷将天文望远镜对准这颗不平凡的"彗星"。可是，根据"彗星"运动轨道的计算结果表明，它不像其他彗星那样走着一条拉长了的椭圆道路，而与行星一样，走的是一个近似圆形轨道。"这难道真是一颗行星吗？"人们经过很长一段时间的怀疑，最终才不得不承认它的确是太阳系里的第七颗行星。

当时，赫歇耳曾以英国国王乔治三世的名字为这颗新行星命名，但是，忠于神话传统的英国人最终还是用希腊神话中

的天神“乌刺诺斯”的名字来命名它，翻译成中文就叫“天王星”。

天王星的发现，突破了千百年来的传统观念，第一次扩大了太阳系疆界的范围，这无疑是人们在探索宇宙的道路上，迈出的十分了不起的一步，它对于进一步认识太阳系起着意义重大的解放思想的作用。后来，人们相继又发现了第八颗行星海王星、第九颗行星冥王星，时至今日，人们仍在努力寻找着第十颗行星。

海王星和两个年青人

海王星是太阳系九大行星之一，它的发现过程令人难忘。这要从天王星的发现谈起。

自从 1781 年天王星被发现以后，天文学家们根据天体力学的原理对这颗新行星的运动轨道进行了研究。可是，观测了一个时期后，却发现天王星在绕太阳运行的时候，总是偏离它应该走的路线。

天王星运行轨道的“不规则性”，使天文学家们猜测在天王星轨道外面，一定有一颗别的行星，在这颗未知行星引力影响下，天王星的运行轨道受到了扰乱。1840 年，德国天文学家贝塞耳明确地提出了这一看法，从此，世界各地的天文台开始了寻找这颗神秘的未知行星的热潮。然而，这是一颗用肉眼不能直接看到的行星，即使用天文望远镜，也如同大海捞

针，一时也难以找到。

这时，在英国剑桥大学数学系，有一位23岁的青年名叫亚当斯，于1841年从格林尼治天文台台长艾里的《最近天文学》一书中，得知天王星运行轨道的未知之谜以后，就根据当时天文学家对天王星运行轨道的观测资料进行综合分析，并进行了艰巨的计算工作。他在哥白尼日心说的基础上，运用牛顿万有引力定律，经过长时期的艰辛努力，终于在1845年推算出这颗未知行星的运行轨道。

1845年10月的一天，亚当斯来到格林尼治天文台，求见台长艾里。遗憾的是，亚当斯未见到艾里台长就被看门人挡驾了。但亚当斯没有灰心，不几天，他写了一封长信给艾里台长，他在信里列出了自己对这颗未知行星运行轨道的计算结果，请求艾里台长组织人员利用当时最好的大型天文望远镜来查找证实这颗行星。

但是，保守思想严重的艾里台长认为这位年轻的大学生太好胜了，没有把这个"小人物"的研究成果放在眼里，亚当斯的计算成果长眠在艾里台长的办公桌抽屉里。

在亚当斯进行坚韧不拔的计算的同时，法国巴黎天文台的勒威耶博士也在独立地计算这颗新行星的位置，1846年8月31日，这位年轻的博士终于用数学方法推算出这颗新星的运动轨道，并立即给法兰西科学院写了一份报告，预告它的位置。

当艾里得知这份报告后，马上想起了亚当斯的计算，急忙从自己的办公桌抽屉里找出来，两份材料对照一看，发现两位年轻人预报的轨道位置基本上相吻合，从角度上说相差不过1°。惊异不止的艾里，把情况通知观测人员，观测员立即启动

望远镜，围绕勒威耶和亚当斯提示的方位进行搜索。经过几个夜晚的探测，结果是一直未能发现这颗“天外行星”。

9月18日，勒威耶又给柏林天文台从事天文观测的友人加勒写了一封长信。信中请他把望远镜指向黄经326°处的宝瓶座内黄道上的一点，就会在距离该点大约1°的区域内发现一颗圆而明显的，亮度约9等的新行星。

加勒于9月23日接到勒威耶写来的信，当晚便与两位助手一起，把望远镜对准了信中提到的那片天空，只花了7个多小时的工夫，就找到了这颗新行星。新行星发现后，勒威耶提议按照天文界传统习惯，用古代神话中的人物名字来命名。因为在望远镜里看到这颗新发现的行星是蓝颜色的，因此，人们就把古罗马神话中大海之神的名字——“涅普顿”给了它，译成中文就叫“海王星”。

由于海王星的发现，勒威耶和亚当斯的名字传遍了全世界。1848年他们在伦敦第一次会面，并结成了好朋友。

实际上，在这以前，很多人已错过发现海王星的机会。例如，1795年5月8日，有一位名叫拉朗德的人就曾观测到它。开始他认为是一颗恒星，两天以后，又发现它挪动了位置，遗憾的是他并没有进一步寻根问底，弄个水落石出，而是怀疑自己观测错误，把第一次观测记录一笔勾销，只保留第二次记录，打了个问号。不然的话，海王星要早半个世纪露面呢！

海王星的发现意义重大，它是人类用数学方法发现的行星，被科学界称为笔尖上的发现，同时它的发现也进一步证实了牛顿万有引力定律和哥白尼日心学说的正确性。

大海捞针——发现冥王星的故事

冥王星是美国天文学家C.汤博于1930年发现的，这一项发现曾被美国新闻机构列为1930年世界10大新闻之首，被天文学界誉为20世纪最大的天文发现之一。冥王星的发现很不寻常，中间的经历颇具周折。

冥王星是在美国的亚利桑那州的洛韦尔天文台发现的。汤博曾说：我可以大胆地说，如果没有洛韦尔以及他为寻找“海外行星”所做的大量工作，也许直到今天，冥王星也不会被发现。的确，洛韦尔对于“海外行星”很感兴趣，并为此花费了大量的精力和时间。他首先认为“海外行星”是存在的，并为它画了像：它的质量约为地球 的7倍，距离太阳约40～43个天文单位（地球到太阳的平均距离叫作一个天文单位），目视星等12～13等，呈现视直径约1″的圆面，它位于天秤座以东天区的可能性最大。洛韦尔1905年到1916作了大量系统观测，用望远镜拍了3000张照片，但并未发现这颗新行星的线索。他非常失望，并因过度劳累而病逝。

洛韦尔1916年11月去逝之后，寻找新行星的工作就中断了，洛韦尔天文台陷入了经济困境，到了20年代末，天文台终于筹到了1万元的经费，并且自已动手，于1929年2月建造了一架33厘米口径的优质折射望远镜。后来，汤博就是用这架望远镜发现了冥王星。

汤博生于 1906 年 2 月 4 日，从小生活在农场，那里常常天气晴朗。小汤博经常用一架口径仅 6 厘米的小望远镜观测月亮、星星。他甚至自己动手磨制镜片，他制造的第三架望远镜口径竟达 23 厘米，最高放大倍数为 400。1928 年秋，汤博将自己观测木星的结果送给了洛韦尔天文台请求指正。事正凑巧，这时洛韦尔天文台台长斯里弗正想找一位有素养的天文爱好者来使用刚建成的 33 厘米望远镜。当斯里弗在书信中问过汤博的学历、兴趣以及愿不愿意在冷而无暖气，也不能生火的山顶观测室中，晚间长时间作望远镜照相观测后，汤博就拖着一大堆数学、物理和天文学书籍来到了洛韦尔天文台，成了 33 厘米望远镜的操作者。

1929 年 4 月初，有计划地照相观测寻找新天体的工作又开始了。开始是汤博拍照，斯里弗台长兄弟二人检查底片。从底片上寻找新行星是一项非常艰巨的工作。特别是在靠近银河区的底片上，每张约有 30 万颗星，要想从中找出一个移动了位置的，比芝麻粒还小得多的新行星，比大海捞针还难。从 4 月到 6 月，汤博沿着黄道，从巨蟹座一直拍到人马座，共拍了 100 多张底片。开始，斯里弗对这些底片检查得比较认真，可后来可能是因未寻找到新行星而情绪受到了影响，就把检查底片的任务也交给了汤博。

晚上彻夜连续观测拍照已使汤博精疲力尽了，还要抽时间再检查这 100 多张底片上的以亿万计的星，任务够繁重的了，而且就这样盲目地大海寻针，何时是个头呢？汤博整日苦思冥想，用什么办法才能找到那颗新的行星呢？

汤博想起了自己在冲日前后观测火星、木星和土星的经验（地球正好位于太阳与行星之间时称为“冲”，这时地球离行

星最近)，并根据地外行星每天在天上移动的距离随距离递减的规律，想出了一个绝妙的主意：只对处于冲日前后的黄道部分(与太阳相距 180 度左右)照相。在汤博的照相底片上，小行星每天移动 7 毫米，估计新行星应该每天移动半毫米，它的运动速度应该比海王星的还小，如果能找到这样的天体，那肯定就是新行星了。汤博的主意得到了斯里弗的支持。

9 月中旬开始直到 1930 年 2 月，汤博都是按着上述办法拍 摄的，从宝瓶座开始，一直到双子座。

1930 年 1 月 21 日，是一个特别晴朗的夜晚，汤博的望远镜对准了双子座，大约开始拍摄了 10 分钟左右，突然一阵狂风吹起，汤博说，他从来未遇到过如此狂暴的风。当时的能见度很差，他非常焦急。可是后来才知道，正是在那时拍到的底片上，第一次留下了冥王星的踪影。

1930 年 2 月 18 日是一个具有历史意义的日子。这天下午，汤博在检查他拍摄的双子座 δ 星周围天区的底片。当他检查到底片的 1/4，在向 δ 星的东边看去时，忽然看到一颗很暗的星，他下意识地问自已，就是它吗？汤博说："过去我还从来没有碰到过哪颗星如此吸引我的注意力。"汤博用尺量了一下距离，发现这颗星在 6 天内移动了 3 点 5 毫米，明显小于海王星的运动速度，和他的估计完全吻合。这就是海王星外边的一颗新行星了！

如果它确实是那颗新行星的话，就应该出现在 21 日大风之夜拍的底片上，而且应该比 23 日底片的位置向东 1 毫米。再看大风夜的底片，果然，它刚好在预计的地方。汤博又检查了同时用 13 厘米望远镜拍的同一天区底片，新行星赫然在目。汤博后来说："我那时是如此激动，握着闪视镜手动操纵

纽的手颤动得不能平静下来。在整整三刻钟的时间内，我是世界上知道冥王星确切位置的唯一的人，那时我刚满 24 岁。”

观测金星凌日的故事

除太阳和月亮以外，天空中最明亮的星球便是金星。由于它绕太阳的轨道半径比地球小，所以我们只有在黎明前的东方天空中，或是在黄昏时的西方天空中，才能见到它。我国古代人民所说的“东有启明，西有长庚”，事实上是同一颗明亮的星星——金星。

古希腊人将金星看成是太阳神阿波罗的使者，因为她总是在太阳神金车前后奔驰。后来又尊奉它为美与爱之神，甚至人们干脆用罗马神话中美与爱之神“维纳斯”的名字来称呼它。

由于金星绕太阳运行的轨道在地球轨道之内，因此有时会出现太阳、金星、地球三者近似地排在一条直线上的情况，这时从地球上看去，在太阳明亮的圆面上，出现一个小黑点儿，这就是“金星凌日”。金星凌日的现象是很罕见的。它以两次凌日为一组，这两次凌日之间相隔仅仅 8 年，但是两组之间间隔的时间却非常长，需要一个多世纪，因此，并不是每个人的一生中都会看到金星凌日这一现象。

英国天文学哈雷最先提出，可以利用金星凌日的机会，在地球上几个不同的地方同时测定金星穿过日面所用的时间，

从而计算出太阳的视差，得到金星到太阳的距离、地球到太阳的距离等一些天文数据。

哈雷设想的这个方法是很好的，但是金星凌日的现象，在哈雷一生中没有出现，这位科学家实在是没有“福气”。在哈雷提出他的观测方法以后的第一次金星凌日时，法国天文学家勒让提为了利用这次机会，按照哈雷的方法进行观测和计算，后来竟然使他的生活遭到不幸。下面要讲的正是勒让提那段曲折的故事。

对于 1761 年 6 月 6 日发生的一次金星凌日，整个天文学界都很重视，大家事前准备分头去进行观测。当时，法国天文学家勒让提准备到观测条件较好的印度去，为了不误这次良机，他在 1760 年就搭上了去印度的轮船，可是因为那时英法两国正在进行战争，他们的轮船受阻，耽误了行程。当勒让提赶到印度时，凌日的日期早已经过去了。但是勒让提没有灰心，他毅然决定留在印度等待 8 年以后的第二次凌日。在印度庞迪契里的 8 年里，他修造了观测站，装置了观测仪器，还学习那里的地方语言，研究了印度的天文学。由于当地的气候条件比较好，所以勒让提对成功的可能性抱有极大的信心，他耐心地等待着 1769 年 6 月 3 日金星凌日的到来。

8 年过去了，可是万万没有想到，就在他盼望了 8 年之久的最关键的一天——6 月 3 日，天气竟突然变坏！在金星凌日的时刻，暴风突起，雷雨交加，连太阳影子也看不见了。天神啊！你是故意捉弄这位可怜的天文学家吗？就在金星退出日轮几分钟以后，天气转晴，阳光普照着大地，好像阿波罗乘着太阳金车，在嘲笑这位失意的人。勒让提是多么不幸啊！8 年来的千辛万苦，瞬间付之东流。他的一生中再也没有机会

看到金星凌日了。勒让提深深地沉浸在痛苦之中,病倒了,长时间不和亲人、朋友们通信。后来,在他 1771 年返回法国的时候,才知道在他音讯断绝期间,大家都以为他早已经客死他乡,因此他的科学院院士位置的遗缺已经被别人补上了;同时他的财产也被人承袭了。勒让提无奈只好向法院起诉,要求将这些东西都还给他。可是按照法国的法律,已经认为死去了的起诉人,无权享受他已经被人承袭了的地位和财产。所以勒让提不但没有取回他失去的一切,反而还要付出为打这场官司而花的诉讼费,这样就更使他一贫如洗了。

勒让提的观测失败了,其它科学家有的也失败了,有的观测不理想,但也有成功的。在 1761 年的金星凌日时,俄国科学家罗蒙诺索夫的观测就很成功。

罗蒙诺索夫在彼得堡自己的家里设了一个观测站,那一天天气很好,他不仅详细地观察了这个非常稀有的现象。而且还发现当金星的黑色小圆面移动到太阳边缘时,突然在它的周围出现一个明亮的光环;当金星经过太阳圆面,走向另一边时,在与太阳接触的地方出现了一个“泡”样的东西,然后又很快消失了。与此同时,周围的那个光环也跟着突然消失。罗蒙诺索夫根据他观察到的这一现象,断言这是因为光线在大气中折射所引起的,金星周围一定存在着很厚的大气层。

在哈雷提出他的观测方法以后,金星凌日只出现过 4 次(即 1761 年 6 月 6 日,1769 年 6 月 3 日;1874 年 12 月 9 日,1882 年 12 月 6 日),每一次都受到世界各国科学家的重视,许多远征队被派往世界各地去进行观测。下一次金星凌日的时间是 2004 年 6 月 8 日,不少人都希望能亲眼看一看金星凌日这一罕见天象。

聋哑少年志探魔星

在天文史上，有一位极不平凡的残疾少年，他在天文学领域曾有过第一流的发现。1764年9月17日，在荷兰的格罗宁根诞生了一个天生聋哑的婴儿，取名为约翰·古德里克。随着年龄的增长，这个聋哑少年对星空的兴趣愈来愈浓厚。渐渐地，他注意起"魔星"来了。

魔星，就是英仙座β，中文名"大陵五"，阿拉伯文的读音是埃尔古尔(EL Ghoul)，意译则为"变幻不测的魔怪"。他们为什么这样称呼它呢？

自古以来，人们一直以为恒星的位置和亮度是恒定不变的，一直到1596年才有人发现鲸鱼座中一颗三等星在那年十月消逝不见了。后来，当它重又露面时，人们便将它称为鲸鱼"怪星"，这就是鲸鱼座O星。也许，阿拉伯人也早已察觉到大陵五的亮度是显著变化的，他们把这种变化的原因归于超自然的魔力，所以就叫它魔星了。虽然1670年和1733年都曾有人注意到这颗星的亮度变化，但是从来没有人对它作过系统的观测和研究。

1782年11月12日，古德里克观测到大陵五逐渐暗淡下去，直到亮度减至正常亮度的1/3时，才又重新亮起来，一直恢复到原先的亮度。一个冬天过去了，功夫不负苦功人，他终于弄清了大陵五的亮度变化具有周期性，周期是2天20小时

49 分 8 秒，这是一个非常准确的数字。他认为，有一颗看不见的暗伴星周期性地掩蚀大陵五，遮掩时，我们看到的光便减少了，亮度也就下降了。他在 1783 年 5 月将他的发现成果写成论文，送交英国皇家天文学会。

一位不满 20 岁的少年，提出了这种独特见解，真是够大胆的！甚至杰出的“恒星天文学家之父”威廉·赫歇耳一时也不敢如此设想。后来，赫歇耳发现了许多双星，才认识到应该同意古德里克的观点。不过，尽管赫歇耳拥有最精良的仪器，却始终未能找到那颗假想中的暗伴星。

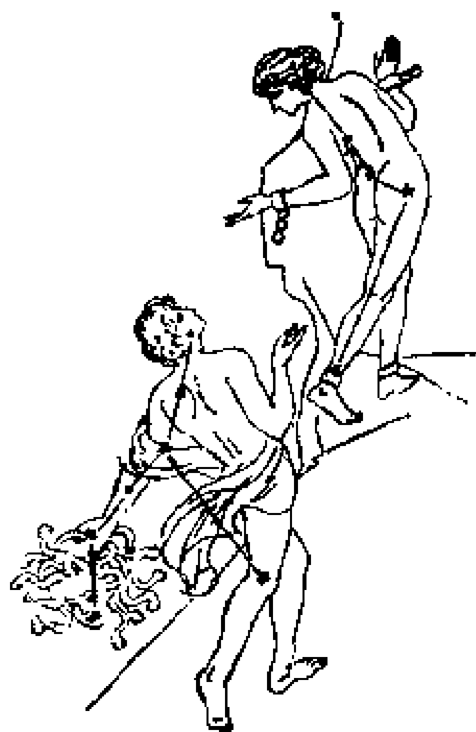


图 4.2 魔星神话

一个世纪以后，1888 年人们终于用分光方法证实了古德里克的天才设想。现在我们已经知道，大陵五的两个子星相距仅 1100 万公里，考虑到它们离我们远达 88 光年，那就难怪连赫歇耳都无法将它们分辨开来了。大陵五伴星比主星略大，它们的半径各为太阳的 3.8 倍和 3.6 倍。但主星质量达太阳的 5.2 倍，伴星质量则几乎恰与太阳相同。总之，大陵五原来只是一对很普通的交食双星而已。如果要说它的出众之处，那就是它的亮度在所有变星中雄踞首位。

大陵五这颗魔星在英仙座中还被人们比作女怪美杜莎的首级。在希腊神话中。美杜莎极其美貌，但是她的头发却十

分骇人——都是蛇！谁的眼光直接触及她，谁就会立刻变成石头。然而，英雄帕修斯（这正是英仙座的拉丁名子）却巧妙地在铜镜盾中看准了她的脑袋，一刀砍了下来，除了这个祸害。

在天文学，还有两颗极其重要的变星。一是两颗子星皆因潮汐作用而拉长成椭球状的交食双星渐台二（天琴座 β），一是最著名的长周期造父变星仙王座 δ。它们是继大陵五之后最早被发现的变星。发现的时间都是 1784 年，发现者仍是那位天才的聋哑青年——20 岁的古德里克。

1786 年 4 月 20 日，古德里克在英国的约克与世长辞，时年 22 岁。变星研究者们永远记念着这位年轻的天文学家。

银河涉猎者

在晴朗的夏夜，天上有条银白色的带子，宛若瀑布，从群星间穿流而过，这就是众所皆知的银河。我国古代视之为天上的大河，称为天河、星河、星汉等。传说银河是王母娘娘为不让牛郎追上织女用玉簪在天上划出来的。在欧洲，人们则把银河形象地称为“牛奶色之路”。长久以来人们不识银河真面目，于是便留下了“天河夜转漂回星，银浦流云学水声”的对银河充满神奇的想象的诗句。近 400 年来，为了揭示出银河的奥秘，天文学家们付出了艰辛的劳动。

17 世纪初，意大利科学家伽利略，自己动手制成了一架

天文望远镜，从而开辟了人类探索天体的新纪元。当他把望远镜对准银河的时候，惊喜地发现，天空上白茫茫的银河，原来既非云也非气，而是连成一片的密密麻麻的小星。从而赋于了银河系以新的明确的含义，即银河系是以银河为主体的恒星大世界。

一百多年过去了，18 世纪初，德国天文学家赫歇耳，通过自己磨制的反射望远镜，深入探讨了银河结构的奥秘。刚满 19 岁的赫歇耳，通过望远镜观测星空，依恒星亮度的大小，统计恒星的数目。他想，尽管恒星的真正发光本领有大有小，但从统计学角度，取几万以至几十万个恒星作样品，假定其光度基本相同，可能与实际情况差不多，这样求出的银河系统该能反映银河系的真实面貌。同时他还假定恒星和恒星之间不存什么影响星光明暗的物质。在此前提下，我们看到的恒星亮度的差异应是其距离不同的反映。即距离近，星就亮；距离远，星就暗。赫歇耳以其假设为出发点，在恒星密集的银河天区，也在远离银河的恒星稀少天区，在夏季星空，也在冬季星空，都选定了一些天区，观测恒星的亮度，统计恒星的数目。他持之以恒，几十年如一日地辛勤研究，精心观察，终于在 1785 年发表了论述银河系结构的著作。他认为银河系是一个呈扁平形状的恒星系统，长度和厚度大约是 6 比 1，好像一大块边缘咬得不那么整齐的烧饼。太阳系在这个大烧饼的正中心。由于受到各种条件限制，赫歇耳对银河系到底有多大，有多厚并不能确切回答，只能估计出银河系这个恒星世界的直径有几千光年长，几百光年厚。从此，赫歇耳的银河系模型图象普遍为人们接受并奉为经典。

随着观测手段的进步，从 19 世纪下半叶起，天文学家开

始用照相术为天体拍照。照相底片上记录了比赫歇耳时代用肉眼看得精确得多，密集得多的天体星空档案。这时天文学家已经成功地测出了第一批恒星的距离，19 世纪末人们已清楚知道银河系是一个直径达 4 万光年，拥有千亿颗恒星的庞然大物了。

天文学家发现，在恒星世界除了单个恒星，双星，聚星外，还有几十、上百甚至几万个恒星聚合在一起的星团，其中约有 100 来个外貌呈球形，被称为球状星团。按照宇宙的普遍规律，球状星团应该分散在银河系中心以外的四面八方，我们应在天空各处都能看到它们。然而，令人疑惑的是，人们观测到的球状星团却只会聚在银河系中心的一侧。直到本世纪初，科学研究上的有心人，美国天文学家沙普利，抓住球状星团分布不均匀这个不寻常的天象，进行了深入细致的探索和研究。他利用当时世界上最大的、口径 2.5 米的望远镜，仔细地分析了六七十个球状星团。把星团中的成员恒星和太阳附近恒星加以比较，发现成员恒星的亮度，一般只有太阳附近的恒星亮度的几万分之一到几千分之一。他由此断定，球状星团是遥远的天体，它们的距离大都在几万光年以外。沙普利还指出，如果球状星团的确是分布在银河系中心的四周，银河系的中心应在人马座方向，就是在离我们好几万光年的地方。太阳系的真正位置并不在银河系的中心，而是在远离银河系的边远天区。因此，人们观察到的球状星团都是分布在人马座周围的半个天球上。

沙普利的研究，使得球状星团分布不均匀这个不寻常的天象，得到了合情合理的解释。这是 20 世纪天文学史上的一件大事，它是继哥白尼提出日心学说之后，对宇宙认识上又一

次飞跃。实践证明，沙普利描述的银河系图象反映了恒星世界的真象。

让我们踏着前人的足迹，继续涉猎于银河系及其以外更广阔的天区，探索大宇宙的奥秘吧。

脉冲星的发现

脉冲星是20世纪60年代被发现的，它曾为天文学第一次获得了诺贝尔奖金。可是在事后，人们又对“应该获奖的究竟是谁”发生了争论。

1967年，英国天文学家A.休伊什建立的射电望远镜投入了观测。它的外貌并不惊人，由2048个偶极子组成，天线覆盖面积为2万余平方米，它能够记录极快的射电闪烁过程，因而适用于研究“行星际闪烁”——来自小角径射电源的无线电波途经行星际空间时，由于星际物质的密度起伏而使地面上接收到的射电讯号强度有所涨落，其状态就犹如地球大气的扰动会导致人们所见的星光发生闪烁一般。

休伊什当时有位年方24岁的女研究生，名叫乔丝琳 贝尔。1967年8月，她用这架仪器观测的过程中，发现一种来自狐狸座中某一固定的周期极短而又极其稳定的射电脉冲。贝尔不明白那些射电脉冲的本性。便去请教导师，休伊什很快就联想到这脉冲源也许是某种前所未知的新型天体。后来证明情况确实如此。这是第一颗“脉冲星”，现在称为

PSR1919+21。PSR 是 PULSAR(脉冲星)的缩写,1919+21 表示该天体的位置为:赤经 19 时 19 分,赤纬是北纬 21 度。

鉴于脉冲星在天体物理学和物理学中具有很大的意义,1947 年度的诺贝尔奖金授于了休伊什。许多天文学家对此提出了异议,认为奖金应授予新现象的真正发现者乔丝琳贝尔。然而,贝尔本人并不在乎金钱与名誉,她依旧坦然地从事天文研究至今。

脉冲星是用射电望远镜发现的。天文学家们很想用光学望远镜直接观测它。最著名的一颗光学脉冲星 PSRO531+21,它就是蟹状星云的中心星。发现其光学脉冲星的经过同样富有戏剧性。事情发生在 1968 年 2 月。

当时,三位美国天文学家库克、迪斯尼和泰勒在亚利桑那州的斯提瓦尔德天文台使用一架 90 厘米的光学望远镜,配上良好的接收设备,搜索蟹状星云的中心部分,希望探测到 PSRO531+21 发来的光学脉冲。当时天气状况良好,但连续四个夜晚进行观测,他们却一无所获。

凑巧,下一位观测者因夫人突然生病而无法前来。于是库克等人在下山之前接到通知:他们可以再利用这架望远镜观测两夜。这三位天文学家决定重振旗鼓,彻底检查一下自己的仪器。令人惊奇的是,他们竟发现自已为计算机安排的程序隐藏着一个简单的错误:把地球自转的影响所作的改正恰好弄反了。纠正这个错误并不困难,可是当一切安排好时,天气又变坏了。等到蟹状星云重新从云缝中露出头来,已是晚上 9 点钟了。他们抓紧剩余的时间,内心却对结果的出现感到茫然,然而成功的到来却又是那么突然,仅仅 10 分钟后,记录仪器的指针便描出了与光学脉冲相对应的脉冲讯号!半

个月后，人们又成功地拍摄了这颗脉冲星的快速光度照片。

到了80年代初，人类已发现脉冲星超过了330颗，有关脉冲星的论文和报告已经多得不可胜数，研究脉冲星的著名天文学家R.N.曼彻斯特和J.H.泰勒写了一本名叫《脉冲星》的专著，在它的扉页上写道："献给乔丝琳 贝尔，没有她的聪明和百折不挠，我们便难以分享研究脉冲星的荣幸。"

广义相对论的一次天文验证

有人说，广义相对论是理论家的天堂，是实验家的地狱。它的理论表述优美而深邃，但实际检验却极难。例如验证"光线在引力场中的偏转"这一理论时就颇费周折。

按照广义相对论，光线经过太阳引力场后，其行进方向应该偏转一个角度α，其数值为$\alpha = 1''.75/r$，这里r为光线离开太阳中心的最短距离，以太阳半径为单位。例如在太阳表面处r等于1，则α等于1″.75。

爱因斯坦在1911年曾运用牛顿的引力理论算出，光线在太阳表面处的引力偏转应为0″.83。1914年8月，德国天文学家弗劳因德里希率领一个考察队前往俄国的克里米亚半岛打算利用那儿行将发生的日全食良机，来测量天穹上太阳附近的恒星位置，并与同一些恒星在几个月之前或之后的位置进行比较，根据这些位置的差异，便可以检验爱因斯坦的理论预言是否可靠。弗劳因德里希刚到俄国不久，第一次世界大

战就爆发了。俄德两国进入交战状态。爱因斯坦在致埃伦弗斯特的一封信中为此写道："我平心静气地进行宁静的研究和思考，但我感到的却是遗憾和厌恶。我亲爱的天文学家弗劳因德里希会在俄国成为战俘，而不是去那里观测日食。我为他担扰。"可怜的弗劳因德希果然被抓起来，后来在交换战俘时被遣送回国。

1916年，欧战正酣。爱因斯坦却运用新的理论重新算出了光线经过太阳引力场后的偏转角度为1″.7，还是需要利用日全食的良机进行验证。1919年，大战刚刚停止，英国便一马当先派出了两支日食考察队。一支前往南美洲的索布腊尔，一支前往非洲西部的普林西比岛，爱丁顿一行于4月23日抵达普林西比岛。在紧张而周密的准备工作中迎来了5月29日，结果他们在日全食的302秒钟内拍摄了16张照片。其中只有一张有五颗恒星成像颇佳。据此求得的光线偏转值1″.61，误差范围是0″.30。索布腊尔远征队拍的照片中有七张质量良好，他们由此求得在太阳表面处，光线的偏转角为1″.98，实验误差是0″.12。综合考虑两个远征队所得的结果，与广义相对论的预言值1″.75吻合得很好。

这件事在全世界引起了轰动。可是，爱因斯坦并不像其他科学家那么激动。他接到爱丁顿发来的日食考察结果电报后，曾把电报递给他当时的学生罗森塔尔·施奈德看，并且非常平静地说道："我知道这个理论是正确的。"这位学生随即问道，要是他的预言未被证实，那又会怎么样呢？爱因斯坦的回答是："那么我将为亲爱的上帝感到遗憾——这个理论是正确的。"

自爱丁顿测量之后，天文学家们仍不辞辛劳地利用各次

日全食的机会再作观测。半个多世纪以来，测量的结果大多在1″.70到2″.20之间。观测值的弥散虽然比较大，但总的说来，是或近或远地在爱因斯坦预言的理论值左右徘徊。

敢于击败权威的“拳击手”

著名英国天文学家亚瑟·斯坦利·爱丁顿(1882～1944年)可谓天文学界的巨人，他是恒星结构和变星脉动理论的奠基人。1919年5月，他还利用日全食时太阳附近星光的偏转来验证广义相对论的重要理论，成为具有划时代意义的科学实验。美藉印度天文学家昌德拉塞卡(1910年——)，也是本世纪的一位杰出的理论家，他在关于辐射转移、星体结构、星系动力学和黑洞理论等方面为天文学做出了巨大贡献，为此他获得了诺贝尔物理奖。

然而这两位赫赫有名的天文学家，在20世纪30年代曾有过一场激烈的争论。当时爱丁顿早已功成名就。他历任剑桥大学天文台台长、英国皇家天文学会会长、国际天文学联合会主席等要职；而昌德拉塞卡才只是一个初出茅庐的青年，默默无闻，人微言轻。他们的争论主要围绕白矮星的一些理论问题引起的。

爱丁顿最早发表自己的见解。他认为白矮星内部的温度非常高(在核心约为2.2×10^7K)，原子都离解成为原子核和电子。这些粒子的体积比原子小得多。因此尽管高度压缩，

粒子之间仍然有相当大的间隙，在这种情况下，人们熟悉的完全气体定律仍然适用。可是不久以后，即在20年代中期，量子统计学诞生了。按费米—狄拉克统计法得出的规律与经典图像大相径庭。最主要之点是电子处于简并状态，这时压力和密度之间的关系与温度无关。英国科学家福勒指出，白矮星的高密物质应当遵循这种新的规律。

正在新旧理论交替之际，年轻的昌德拉塞卡崭露头角了。在1928年，德国著名物理学家沙墨菲尔德赴印度讲学。他讲授包括量子统计学的物理学新进展时，当时还是大学生的昌德拉塞卡认真听课，心领神会。随后他结合白矮星的观测资料，发展并修正了福勒的论述，进行一整套理论计算。

1930年夏天，刚满20岁的昌德拉塞卡离开印度去英国留学。在远航的轮船上，他反复思考关于白矮星的问题。他想到白矮星核心的密度太大了，这时需要考虑狭义相对论关于质量随速度变化的改正。就这样，把量子统计学与相对论结合起来，昌德拉塞卡得出一个重要的结论，即只有质量小于1.44太阳的质量的恒星，才可能成为稳定的白矮星。这个概念现在已经被天文学家们普遍接受，而1.44太阳质量就称为"昌德拉塞卡极限"。

在创立自己的白矮星理论后，昌德拉塞卡于1934年撰写了两篇学术论文，并提交英国皇家天文学会审议。这个学会邀请他参加1935年1月的学术会议。他在会议上介绍自己的研究成果，并阐述相对论简并性的评议。他发言后，会议主席要求爱丁顿进行评议，这位大权威断然宣称根本不存在什么相对论简并性，并且尖刻地说这是一个"荒谬的概念"。爱丁顿还轻率地说，昌德拉塞卡得出的白矮星质量极限是一个

简单的计算错误造成的。这一番无中生有而又尖酸刻薄的话，使昌德拉塞卡感到很伤心。他正准备站起来为自己辩解时，会议主席竟对他说，"你的论点还要经过仔细考虑，我们才能作进一步的讨论。现在我要求你向爱丁顿爵士表示感谢。"接着他就请下面一个报告人上台演讲。就这样，昌德拉塞卡进行争辩的权利被剥夺了。这是多么不合理和不公道啊！可是当时只有24岁的昌德拉塞卡在天体物理学界还是一个无名小卒，他无力改变自己所面临的冷酷的现实。尽管散会后有人向他表示同情，但也无济于事。

事情到此并未结束。1935年7月国际天文学联合会在巴黎召开代表大会。昌德拉塞卡和爱丁顿又一次同时出席。在这次会上，爱丁顿主动发起攻击。他说昌德拉塞卡的理论是胡说八道，并又一次声称根本没有相对论简并性这回事。爱氏认为，任何一颗恒星，无论它的质量有多大，最后的归宿是相同的。因此恒星质量极限的概念是荒唐的。昌德拉塞卡当然不能容忍这些指责。他想奋起争辩，可是会议主持人摄服于爱丁顿的权威，根本不给他发言的机会。

在1935年的两次会议上接连遭到压制后，昌德拉塞卡想到他与爱丁顿争论的核心问题属于理论物理学，最好请一些物理学家仗义执言，明辨是非，他认为最有发言权的是丹麦物理学家尼尔斯·玻尔。可是他与玻尔无一面之缘，冒昧去信联系有所不便，但他有一位朋友，叫罗森费尔德，当时在哥本哈根随玻尔工作，可以请他帮忙。罗氏详细了解昌——爱争论的内容，并转告给玻尔。这两位物理学家完全客观地思考问题的实质，然后很快就明确表态支持昌德拉塞卡。罗森费尔德在给昌德拉塞卡回信中旗帜鲜明地说："玻尔和我都绝对看

不出爱丁顿的论点有任何意义。"此外，他还指出爱丁顿的理论违反泡里的不相容原理，因此必然是错误的。

玻、罗二人的支持对昌德拉塞卡是极大的鼓舞。他还接受玻尔的建议，向泡里求教。泡里也同样明确地表态，认为爱丁顿是错的。这更增加了昌德拉塞卡继续进行争论的勇气和信心，同时也促使许多科学工作者支持他的理论。他自己一方面继续钻研，撰写了《恒星结构研究导论》这部巨著，完整地阐述自己的学说。在另一方面，他耐心地等待大量观测资料来验证自己的理论，以便得出明确的结论。

爱——昌争论已经过去半个多世纪了。在这段漫长的岁月中，理论上的是非变得愈来愈清楚，而更重要的是观测结果对理论的检验。时至今日，已经发现的白矮星总计达100多颗，它们的半径和质量都符合昌德拉塞卡推算的理论曲线。质量超过昌德拉塞卡极限的白矮星，一颗也没有。这令人信服地表明，昌德拉塞卡是正确的。昌德拉塞卡不畏权威、勇于创新的精神是难能可贵的。爱丁顿故步自封，压制新生事物，不能不说是他光辉科学生涯中的憾事。

五　天文趣事

伽利略见过海王星

现在众所周知，海王星是“笔尖上发现的行星”，是两位年青人分别运用万有引力理论千辛万苦、不厌其烦地先计算出它的位置，1846年柏林天文台的加耳在预报位置附近首先找到的。然而130多年后，人们在继续搜寻新十大行星的热潮中，美国帕洛玛天文台的天文学家考威尔和多伦多大学的历史学家德雷克却又提出一个惊人的见解：伽利略见过海王星！

考威尔和德雷克认为，早在发现海王星以前234年，意大利科学家伽利略就在观测木星及其卫星的时候，记录下了海王星的位置，而且还觉察到了它在星空背景上的移动。伽利略在其观测笔记中所标示的木星及其卫星的位置是相当精确的，如果他在同一张图上标出的海王星也有同样的精度，那么和现代最精密的星历表比较，这颗行星的位置就偏离了整整一个弧分。如此之大的偏差很可能正是由于未知的第十大行星长期影响的结果。

考威尔和德雷克仔细研究了伽利略1612和1613年间的观测笔记。为了验证伽利略的观测，他们还画出了1613年元月4日木星和天王星在室女座暗弱恒星背景上的位置以资对照(见图)。伽利略望远镜的视场约为15孤分，在这个月里观测木星时，7等星SAO119234必能进入视场，伽利略的观测笔记上也的确记录下了这颗星。有意思的是，伽利略在它的旁边还记下了另一颗星，这颗星不是别的，正是7.7等的海王星！伽利略在元月28日的笔记中还写道："从固定的星(即SAO119234)向外，同一条直线上还有一颗星……，我在前一夜也看到了这颗星，而且这两颗星似乎相距更远一些了。"这段话表明伽利略已经意识到了两星之间的相对运动，只是他没有说出这两颗星中究竟是哪一颗在移动。

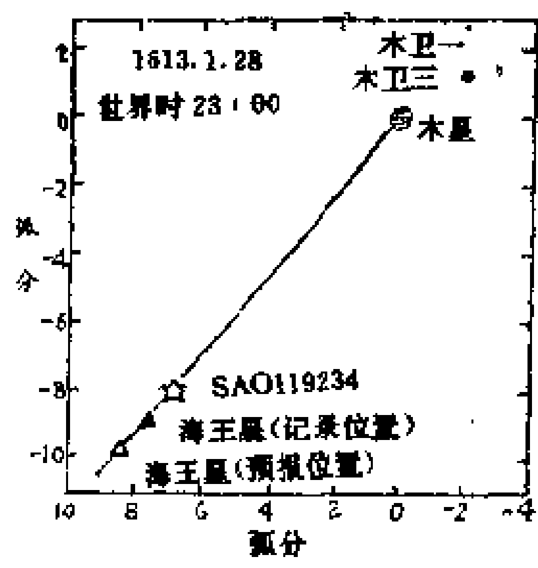


图5.1　1613年1月28日木星和海王星的位置。(海王星的记录位置指伽利略当时所记录下的位置，预报位置则是指按现代最精密的星历表所标出的位置)。

土星光环“字谜”

用肉眼看土星，只是一颗极普通的黄色星，既不动人，也不感人。可是在望远镜里，它却是另一番景色，非常美丽，极有诱惑力。土星本身像一个淡黄色圆桔子，发着温柔的光辉。环绕在它腰间的那道又宽又扁的光环，特别令人注目，它像一顶姑娘头上的漂亮大边帽，将土星装饰得更加完美、和谐，简直是一件珍贵的工艺美术品。使土星因此在众行星姐妹中显得更出类拔萃。

土星光环的发现还有一段有趣的历史。用肉眼根本看不出光环，用太小的望远镜也看不清。土星光环实际上是伽利略最早看到的。早在1610年7月，伽利略用自制的第一架望远镜观看土星，发现土星两侧有两个“耳朵”，他认为是两个小星球，并认为土星是一个“三联星”。后来，这两个“耳朵”变得不明显，再后来就消失了。伽利略对此困惑不解，就发表了一组39个字母组成的字谜，其谜底原意是“Altissiman planetamtergeminum observari”，中文意思是“我曾经看见最高行星有三个”。

后来，荷兰物理学家和天文学家惠更斯用一架长3.6米的望远镜观测土星，发现土星两边似乎被一个草帽式的环状包围着。1656年3月，他也首先用字谜宣布了自己的发现。他的字谜用了62个字母：aaaaaaa ccccc d eeeee g h iiiiiii llll

mm nnnnnnnnn oooo pp q rr s ttttt uuuuu。然后，他加紧磨制口径更大、焦距更长的望远镜，以便进一步看清土星。1659年，惠更斯终于确认他的发现是正确的，于是就公布了他的谜底。原来62个字母组成的字谜是这样一句话：Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato。这句拉丁文的意思是：有环围绕，环薄而平，没有一处和本体相连，而与黄道斜交。他还画了一幅示意图，说明土星光环所呈现的形状随土星相对地球的位置而发生变化。随着土星在轨道上的运转，我们看到的土星光环呈现出不同的形状，有时像顶大草帽，有时又像个深深的大盘子，有时像一条明亮的细带，有时干脆就看不见了。

这土星光环到底是什么东西？当时谁也说不清，有人说，可能是土星赤道部分有一圈巨大的山脉，当阳光从不同角度照射时，我们就会看到它不同的形状，时隐时现；有人说，环绕土星有一圈含有很多水分的气体；而神甫们却说，那是嵌在晶莹玻璃球内的另一个"天堂"。当然，也有少数科学家指出，那可能是一群绕土星转动的小石头。究竟谁是谁非？

美国1977年9月发射的"旅行者1号"探测器于1980年11月13日在距土星约12万公里外掠过土星，穿环而过，对火星光环进行了面对面的考察。真是百闻不如一见，从探测器发回的彩色照片上，天文学家们发现：火星环是由无数多条细环组成，就像一张巨大唱片上的一条条环纹。环的结构很复杂，大环中套小环，有的明有的暗，有的窄有的宽。原来，这些环都是由大大小小的石头组成，有的拳头大小，有的像大卡车那么大。这些石头都绕着土星旋转，就铺成了一条宽宽的环形路。

火星"小月亮"趣话

火星有两颗卫星，火卫一和火卫二。从"水手号"和"海盗号"拍的照片看来，它们的形状都稀奇古怪，有点像两个坏了的土豆。如果能站到火星上看，火星上的这两个"小月亮"一个东升西落，另一个却西升东落。它们都远不及地球上看到的月亮大和亮，而且都不很圆，其貌难以恭维。但是关于这两个"小月亮"却有一段有趣的话题。

1610 年，伽利略用他自制的望远镜一下子发现了 4 个木星的卫星，这使天文学家们茅塞顿开，纷纷猜想或寻找其他行星的卫星，连著名的天文学家开普勒也想入非非，不能自拔。由于他对荧荧如火的火星已有了深厚的感情，因此自然首先想到火星的卫星。他想：地球有 1 个卫星，木星有 4 个(当时只知 4 个)，那么中间位置的火星应该有 2 个卫星，这样才显得自然规律"和谐"与"完美"。开普勒想这个问题都入迷了，当伽利略发表了他的关于土星光环的 39 个字母的字谜后，开普勒竟煞费苦心自作聪明地把 39 个字母擅自去掉 3 个，拼成另外一句话："Salve umbes tinlum geminata Martia Proles"。意思是"向您致敬，火星生下的二个孪生子！"真是煞费苦心。

但是奇怪的是开普勒这种近乎游戏式的推断，竟为很多人接受了。1726 年英国出版的幻想小说《格列佛游记》中，作者斯威夫特竟绘声绘色地描写了神奇的"飞岛国"中居民——

勒皮他人已发现了火星的两个卫星："……他们还发现了两颗较小的卫星在围绕着火星转动；靠近主星的一颗卫星距主星中心的距离为主星直径的 5 倍；前者 10 小时运 转一周，后者则需要 21 小时半……。"此后还有一本类似的幻想小说《米克罗梅加斯》也对火星卫星侃侃而谈。有趣的是，幻想小说的"预言"与后来的发现很接近。以致于有人开玩笑说，斯威夫特大概就是火星人。

实际上，这两个小火卫直至 1877 年才被美国天文学家霍尔侥幸地发现。因为在地球上看来，它们非常暗弱，即使在火星离地球最近时，它们也仅相当于 11.5 等及 12.5 等的两颗暗星。霍尔当时的望远镜虽是性能极其优良，堪称为第一流的，但口径也只 66 厘米，非得用照相才可勉强辨出，加上这两个小火卫离火星又那么近（火卫一离火星为火星半径 3 倍，火卫二也仅有火星半径 7 倍），难怪过去天文学家的搜索工作难有建树。就连霍尔也曾弄得心灰意懒，差一点重蹈前人复辙，准备偃旗息鼓，仅是为了不拂他爱妻劝他"再试一个晚上吧"的美意，才又坚持观测，结果意外地获得了成功。这与斯威夫特的小说相隔 151 年！ 现在观测得出火卫一和火卫二的转动周期分别为 7.65 小时和 30.3 小时，和小说"预言"差别不太大。直到今天，人们也没弄清，斯威夫特怎么竟有如此奇特的天才。

寻找金星的卫星

今天我们知道，除了水星和金星外，太阳系其他大行星都有自己的卫星，而且木星和土星、天王星、海王星等大行星都拥有众多的卫星，它们组成了自己热闹的“大家庭”。相比之下，地球、火星和冥王星的卫星较少，可是它们自己的个头也不大。地球虽然只有一个卫星，可这一个比火星的两个还大得多，这也容易理解，可为什么金星比火星大得多，还一直是个“单身汉”呢！连冥王星都有一颗不小的卫星，甚至连小行星那么个“小不点”都有卫星，为什么可以与地球“称兄道弟”的堂堂的金星没有卫星呢！真不可思议！

尽管如此，至今的观测仍然表明：金星没有天然卫星！因此现在已很少有人讨论金星卫星的问题了。但是早在17世纪，人们曾常常谈及金星的卫星。问题首先是著名的法国天文学家卡西尼引起的。吉恩·卡西尼原是意大利人，在担任了首任巴黎天文台台长两年后才加入了法国籍。1686年8月，61岁的卡西尼宣布发现了金星的卫星。对于这个新天体，卡西尼不仅作了多次观测，还推出它的直径是金星的四分之一，即1500公里左右。

卡西尼是当时世界上公认的第一流天文学家，虽然他在理论上极端保守，但他的观测成就却是蜚声天文界的，他是第一个证明了木星自转，描述了木星表面的带纹和斑点，最早测

定了火星的自转周期的人，他先后发现了土卫八、土卫五、土卫三、四以及土星光环中的环缝等。在这之前，只有伽俐略发现了四个大木卫和荷兰惠更斯发现过土卫六。他也是利用行星视差准确测定日地平均距离的先驱者和奠基人。因此对于他发现的金星卫星，在当时并没有人非难。到 18 世纪，金星有卫星似乎已成了定论。虽然卡西尼本人已于 1712 年逝世，但不少人都纷纷证明了金星卫星的存在。如英国有一个名叫肖特的望远镜制造专家，在 1740 年发表了金卫的观测资料，1761 年又有人作过好几次详细的观测记录，而德国甚至有个数学家还算出了金星卫星的运动轨道：半长径为 40 万公里，绕转周期为 11 天 5 小时。到 1764 年，至少还有三位天文学家（其中二个在丹麦，一个在法国）报告，他们也观测到这个金卫。但这也是有关金卫资料的最后一次观测报告。

随着望远镜制作技术的提高，不仅口径越来越大，而且精度也越来越高。当人们再次寻找金星卫星时，反而望断秋水也不见它的踪影。以致有人认为观测大师卡西尼等人的观测都是捕风捉影、上了“幻觉”的当。然而，金星距地球这么近，而且在近 80 年的时间内又有那么多人观测到，用“幻觉”二字来否定，也未免太轻率了。

如果当时存在金星卫星，而后来受到了其他小天体的撞击，那么卫星也可能改变其原来的的轨道，脱离金星成为独立的小天体或成为小行星群的成员。不过也有可能被撞碎而落向金星表面。这个“金星卫星消失之迷”值得进一步探讨。

赫歇耳的天王星光环

1977 年 3 月，美国“天空实验室”飞经澳洲上空时，从望远镜里发现了天王星有光环，同时，我国紫金山天文台也发现了这一重要现象。1985 年 1 月，人类的使者“旅行者二号”访问天王星时，目睹了天王星环，并拍下了它的照片。

天王星环很稀薄，由一些很小的石块颗粒组成，在地面上用望远镜根本无法看到它，即使用威力最大的 5 米望远镜也无济于事。1977 年发现天王星光环是利用了一次百年难遇的天王星掩恒星机会。当时天王星从一颗遥远的恒星前经过，科学家们通过对天王星挡住恒星时，恒星光度变化的分析，才发现天王星周围还有一圈物质环，否则很难发现。可是奇怪的是：在将近 200 年前，天王星的发现者竟观测到了天王星环，并把它画了下来。

赫歇耳是 18 世纪著名的天文学家，因 1781 年发现天王星而轰动世界。发现天王星是赫歇耳的一大功绩，自然他对天王星分外亲切。当时赫歇耳不断地对天王星仔细端详考察。1787 年他又制成一架结构新颖的反射望远镜，其口径为 60 厘米，焦距长 6 米。他用这架望远镜不断地观测天王星，他看到了它的光环，并画下了光环的形状。

我们知道，当时照相术尚未问世，所以既为赫歇耳所见，其亮度至少应不暗于 16 等，可是现代照相术能窥见暗至 25

等的微光，并未发现天王星光环，难道是在这短短一二百的间，光环的光度减弱到只有过去光度的四千分之一以下？

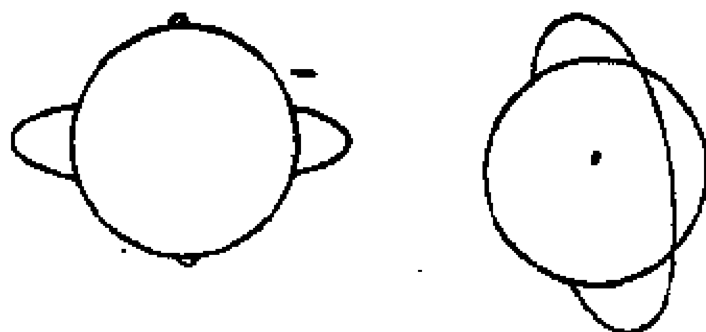


图 5.2 赫歇耳的天王星光环

如果说赫歇耳的记录有误，也是很难令人信服的，因为对于这位观测大师，还找不出其它任何观测上的差错，而且在 1787 年他还发现了天王星的两个卫星，很难想象，他会在天王星光环这个问题上开玩笑。

如果说天王星光环变暗了，那么是什么原因会使它在一二百年内有如此巨大的变化呢？这当然只可能是一种突然的"灾变"。人们猜测，这种"灾变"，很可能是其他天体的突然碰撞。太阳系内，小天体与大天体的碰撞，小天体与行星的碰撞频频发生，如果原来的天王星光环与其他小天体相遇，该天体也会带走大量的光环物质，从而使它的光度大为降低。联想到金星卫星的"消失"，似乎这种设想更有其诱人之处。因为金星和天王星是太阳系内两个自转与众不同的大行星。我国已故著名天文学家戴文赛早已想到过用碰撞来解释金星的逆向自转及天王星的侧向自转。

坐失良机的恩克

约翰·弗朗兹·恩克，德国天文学家。1791年9月23日生于汉堡，4岁丧父，从小跟着母亲，生活艰辛。恩克从小好学，不仅数学成绩优异，拉丁语和希腊语成绩也超群。1811年10月他被格廷根大学录取，成了著名数学家、物理学家、天文学家高斯的学生。毕业后在西堡天文台从助手一直干到台长，他一生最大的成就在彗星方面。继哈雷预言哈雷彗星回归以来，恩克是第二个成功预言彗星回归的人。他预言的这颗彗星就叫恩克彗星。

1825年，恩克任柏林天文台台长，直到谢世，在该任上工作了近40年，在这里，他错过了一次重大发现的机会，致使他抱憾终生，这次机会就是海王星的发现。1846年9月18日勒威耶写信给当时恩克的主要助手加勒，请求他代他在宝瓶座内搜索一颗未经观测证实的外行星。加勒把信转交给恩克。恩克是在9月23日那天收到这个法国青年的信的。他当时对于是否在天王星外存在一个新的行星存有疑心，所以他并不急于想把时间花在这项研究上。这天又正好是他的生日，他希望同自己家人过这个晚上。于是他就让加勒和另一名叫达兰斯特的青年助手观测勒威耶所指出的那块天区。达兰斯特把天文台刚收到的一张星图摊开在一张桌子上，逐一核对加勒从望远镜中见到的星。很快他们就碰上了一颗星图上没

有画上的星。他们当即向恩克报告，而恩克当时却还不太乐意参加观测。

以后，恩克在给《天文新闻》编辑的一封信中详细叙述了这次发现经过。他写道："就在那个晚上，加勒把天区同布兰马克博士妙不可言的星图作了比较，而他立即在勒威耶所指出的那个位置附近发现了星图上所没有的一颗 8 等星，加勒又立即参考贝塞耳星表中的一颗星各作了三次测量(每次测量都包含有 5 次观测)，再由我作一次测量。"

第二天晚上，恩克才与加勒又继续观测，他们又发现这颗星有明显移动的迹象，经过多次观测比较，最后证实了这颗星的确在运动，这就是勒威耶计算出的行星——海王星。

海王星的发现，是人类认识史上的一件大事，用恩克的话来说海王星是"所有行星发现中最辉煌者"。然而，对于恩克来说，这是一生最大的遗憾，失去了一次"最辉煌"的发现的机会。对于后世，这也是一次最好的教训：小人物不可藐视！

"火神"引来"黑子规律"

中国有句俗话：有心栽花花不开，无心插柳柳成行。德国业余天文学家亨利·施瓦贝一生中最辉煌成就的取得过程，就验证了这句话。他从寻找近日行星——火神星开始，最终以发现了太阳黑子的活动周期而告捷。

太阳系中目前所知道的有九大行星，最靠近太阳的是水

星。相对其他行星而言，水星运动很快，忽而跑到太阳东面，忽而跑到太阳西边，它绕太阳转一圈仅需88天。因此人们用希腊神话中的神使赫耳墨斯来称呼它，赫耳墨斯是一位"神行太保"，行走如飞。

一个多世纪以前，海王星的发现者勒维耶在计算水星运动轨道时，发现水星的近日点在不断的向前移动，称之为"近日点进动"。进动的原因相当大一部分是太阳和其他行星的引力作用。奇怪的是，勒维耶将太阳和行星的影响都考虑到了，所解出来的结果与实际仍有差别。这就是有名的"水星近日点进动问题"。

为了解决这一问题，科学家们作出了各种解释，都不能令人满意。直到1915年爱因斯坦发表了广义相对论，问题才得到较圆满的解释。然而在广义相对论之前，人们只能从牛顿的万有引力方面找原因，许多人认为除了现有行星外，水星轨道内，还有一颗更靠近太阳的行星，它的引力作用产生了"水星近日点进动问题"。

当时勒维耶本人也是这样认为的。因为他有经验了，他就是为解决天王星轨道的异常问题而发现海王星的。

一个多世纪以来，有许多天文学家和天文爱好者投入到搜寻水内行星的观测中，甚至有人说找到了这颗行星，还计算出它的运行轨道，并且根据传统习惯给它起了一个神话故事中神的名字，把它叫做武尔坎，是罗马神话中的火神。想当于希腊神话中的火神——赫淮斯托斯。给水内行星起名为火神星，大概是因为赫淮斯托斯长的很丑，不愿意见人，而恰恰这颗行星也总是躲在太阳光里，让人们找不到它的缘故。

经过长时间认真的观测后，人们又否定了火神星的存在。

虽然如此，每一次日全食的时候科学家们仍都利用全食时短暂的黑暗机会，用目视和照相的方法在太阳周围探寻水内行星。我国1980年春节，在云南日全食的观测中，寻找水内行星也是一项研究内容。

在搜索火神星的队伍中，有一位德国的天文爱好者叫亨利·施瓦贝。他是德国的一个小城镇——德萨乌的药剂师。他热爱天文学，几乎把他全部的业余时间都消磨在天文望远镜旁。施瓦贝相信火神星是存在的，只不过它很小，又离太阳太近，因而隐没在太阳的光辉里，不为人们所见，在太阳旁边是无论如何也找不到它的。施瓦贝决定利用它位于地球与太阳之间的时候，到日面上寻找，那时在太阳的光面上应该可以看到一个小的黑圆点，那就是他所要找的火神星。

从那以后，亨利·施瓦贝每天都观测太阳，但是只工作了几天，他就发现太阳黑子妨碍了他的工作。太阳黑子往往也是小而圆的，和他要找的行星太像了。为了能区别太阳黑子和行星，施瓦贝决定先详细地将日面上发现的一切情况都记录下来，然后再进行分析。就这样日复一日，年复一年，施瓦贝不放弃每一个晴天，在天文望远镜旁仔细地描绘着太阳面上的一切黑色的东西。5年过去了，10年过去了，15年过去了，施瓦贝坚持不懈地观测着，但是仍没有发现那颗火神星。

大约在施瓦贝观测太阳黑子17年后，他仍然相信那颗水内星是存在的，“是不是它和太阳黑子混在一起而被忽略了呢?”施瓦贝决定将那厚厚的太阳黑子记录本拿出来，查找一颗能够按一定周期返回的黑子。当时认为黑子是不规律的，如果有一个有规律的黑子，那它一定就是行星。于是施瓦贝在观测记录太阳黑子之余，又开始仔细地查找17年来的太阳

黑子观测资料。多少个不眠的夜晚过去了，施瓦贝一直没有找到任何一个可疑的黑点像个行星，但是他却惊讶地发现太阳黑子存在着一个10～11年的周期变化。每年在太阳上出现的黑子数目和面积都不相同，每隔11年，黑子的数目和大小都增加到一个极大值，这一年黑子出现的又多又大；然后就逐渐地减少；到极少时，黑子非常稀少，有时几天、几星期甚至几月都不出现一次黑子，日面上很平静。随后又一个新的周期开始，黑子又逐渐地增多起来，直到极盛期。

在1943年，施瓦贝就将他的这一发现写成文章，寄给当时颇有名气的《天文通报》。但是编辑部对他的发现不予重视，以为他的发现没有什么意义。在他们眼中，施瓦贝不过是一个有怪癖的药剂师而已。但是施瓦贝毫不灰心泄气，每天仍然守候在他的天文望远镜旁，认直地观测，细心地描绘着他所看到的太阳黑子。黑子出现的规律性越来越明显了，大约又过了8年，一科学家才注意到施瓦贝的发现，将他的文章发表了，很快太阳黑子变化的11年周期为科学界所承认。这时的施瓦贝已经是鬓发斑白了。

历史上，小人物的发现长期不被重视的例子屡见不鲜。重要的是，小人物不能藐视自己，施瓦贝的坚持不懈的精神比他的功绩更值得传颂。

一个不受“欢迎”的发现

科学的发现并不是都受到社会的热烈欢迎的，哥白尼的日心说是最明显的例子，然而那是归罪于教会的统治。在后来，科学已为自己的发展开辟了宽阔的道路，这种事件也常发生。如果某一发现违反了科学家们的认识范围，它也会遭到冷遇，甚至“不受欢迎”。小行星智神星的发现，当时曾处于这种境地，受到了不平等的待遇。

在智神星发现之前，1781 年赫歇耳发现了天王星后得到了非常高的荣誉。1801 年意大利天文学家皮亚齐发现了第一颗小行星谷神 之后也顿时身价百倍，被接纳为皇家学会的会员，连他那身穿朝服的肖像也成了商贩们发家致富的商品。后来，海德尔堡国家天文台的创立者和首任台长沃尔夫第一次在小行星的研究中使用照相装置，从而开辟了进行小行星照相检验的新天地，以致使他闻名遐迩。

1802 年 3 月 28 日，德国医生奥伯斯宣布，他在室女座天区发现了智神星，智神 星的轨道半径几乎与谷神星完全一样，只是偏心率和轨道倾角稍大了点。这一发现使天文学家们很吃惊，使当时德高望重的赫歇耳甚感为难，而当时许多天文学家们则不屑一顾，不予承认。这是为什么？

原来，早在 1766 年，德国一数学教师提丢斯发现行星距离的分布规律 。后来德国波德进一步研究得出：如果用日地

平均距离作单位(称为天文单位)则各行星距离都可以表示为：$a_n=0.4+0.3\times2^{n-2}$。这一规律称为提丢斯——波德定则。当时已知行星只有6个，即地球和其他5个肉眼可见行星，其中水星取n为负无穷大，金星取n=2，地球n=3，火星n=4，木星n=6，土星n=7，中间还缺n=5的天体。1781年天王星发现了，他恰好位于n=8的位置。这一发现使人们受到鼓舞，纷纷将望远镜举向了n=5的位置，希望找到n=5的行星。

辛勤的劳动终于获得了成果，1801年元旦之夜，皮亚齐在n=5处发现了一颗天体，起名谷神星。但是这颗天体太小，直径只有800公里左右，根本不能与大行星为伍，因此称为小行星。这一发现使人们欢呼雀跃，因为它“填补”了火星和木星之间的n=5处的空白，满足了提丢斯——波德定则，使它已完美到天衣无缝的程度了。

可是为什么又冒出个智神星来？天文学们感到多此一举，不好接受。

倔强的奥伯斯一开始就对谷神星满腹狐疑：这么小的谷神星有什么资格独占这块地盘呢？他甚至认为，那儿真正的“主人”尚未露面呢！现在他的智神星并不比皮亚齐的谷神星有丝毫逊色，至少对它们应“一视同仁”，不能厚此薄彼、先入为主。

但当时一些天文学家却不承认奥伯斯的发现。奥伯斯是一个热心于科学探索的人，他并不计较这些，他相信自己的眼睛和自己的计算，更相信科学的发展是无止境的。奥伯斯以更大的热情投入了小行星的探索和研究工作，并于1907年3月29日，又找到了第4颗小行星——灶神星。第三颗小行星

是一个叫哈汀的人发现的。以后，其他人也在这里搜寻出了许多小行星。这些小行星好像都是故意跑出来告诉人们：不论你们欢迎与否，我们都在这里存在！

1840年，82岁的奥伯斯与世长辞了。后人把1002号小行星正式命名为“奥伯斯”，以纪念他为寻找小行星的献身精神。

小行星命名记

自1801年元旦之夜，意大利天文学家发现了第一颗小行星之后，1802年奥伯斯又发现了第二颗，1804年哈汀发现了第三颗，又有人接二连三的发现了许多。后来人们恍然大悟，原来在木星和火星轨道之间有无数小行星，它们组成了一个小行星带。

在现代观测技术条件下，发现几颗小行星并不困难，但是如果不追踪观测，这些小行星很容易消失得无影无踪。因此对发现的小行星一旦确定，都要给它编号或命名。到1995年底已编号的小行星已有6000多颗。

国际天文协会对小行星命名要求很严格，新发现的小行星需观测到两次回归后，才给予正式编号，编号的同时，发现者获得命名权。

小行星这么多，名字无奇不有，最早发现的大多用希腊神话中的名字，后来神话中的名字用完了，就用天文学家的名

字，甚至地名等等。在小行星命名过程中还有不少有趣的故事。

第一颗小行星叫谷神星。当初皮亚齐根本没想到把它叫这个名字，它想取悦他的保护人——那不勒斯和西西里王弗迪南三世，起名为弗迪南蒂娅。但是其他天学家拒绝了这个提议，认为应该遵守大行星起名的惯例，用罗马神话命名，就把这颗星称为赛丽斯(ceres)。赛丽斯是罗马的收获女神，正好是西西里的守护神，而皮亚齐又是西西里天文台的台长，这就更有意义了。有趣的是，赛丽斯是罗马主神朱匹特(希腊神话的宙斯)的姐妹。朱匹特是木星的保护神，小行星与木星同辈，但身体娇小，因而与赛丽斯的地位很相当。

第一颗小行星的名字确定了后，后面的就好说了，第二颗就叫帕拉斯(pallas)，她是希腊神话中大名鼎鼎的帕拉斯·雅典娜。传说雅典娜是一位美丽、勇敢、聪明的女神，被称为智慧女神、女战神，我国就把这颗小行星译称为智神星。雅典娜的形象非常高大，身穿一直垂到脚面的长袍，头戴战盔，胸前挂着嵌有女妖墨杜萨的头的护胸，左手扶盾牌，手臂前竖立着长枪，十分英武。传说她是从天神宙斯头颅中诞生的，诞生时就是这样全副武装。在众神居住的奥林帕斯山上，雅典娜是一个举足轻重的女神，不知为什么竟让她屈居于一个比谷神星还小的小行星上。

接下去第三、四、五颗小行星的名字也都是各路大小神，分别译作婚神星、灶神星、义神星，第六颗为青春女神，译作韶神星，是青春韶华之意。就这样，小行星世界成了希腊、罗马女神们统治的天下。

以神话人物名字命名小行星，是一些天文学家的癖好和

习惯，但并不是法律。因此，在命名小行星的工作中，就有一些标新立异者要冲破惯例，这样就难免出现一些不愉快的争论。

第一次大争论涉及到大洋彼岸的两个国家。

1850年9月13日，英国一个名叫欣德的天文学家在伦敦第三次发现了(12)号小行星。他突然心血来潮，准备以英国女王维多利亚的名字命名。当消息越过大西洋传到了美国的时候，即刻掀起一场轩然大波。那时候美国摆脱英国的统治获得独立还不过几十年时间，英国殖民者的横征暴敛所留下的创伤还未治愈，因此美国天文学家对欣德此举愤愤不已，大肆抨击。美国人的攻击使英国皇室十分恼怒，他们认为这是有损国威的大事，于是英国天文学家也异口同声还击美国天文学家的挑战，争论愈演愈烈。

最终他们找到了一个折衷办法：从罗马的古典神话中逐个点卯，找到了一个叫维多利亚的女神，这是罗马神话中的胜利女神，原是智神及冥神的女儿。这是胜利女神维多利亚而不是英国女王维多利亚，为两国的天文学家解开了矛盾，平息了一场不愉快的争吵。

还有一场令人难堪的争执也是因为越过了天文的范围而闹得不可收拾。那是在1858年，美国纽约州的杜德里天文台发现了(55)号小行星，为了争夺命名权，该台的理事与台长发生龃龉、分歧不胫而走，记者的生花妙笔更使得矛盾变成了白热化的斗争，最后不得不诉诸法律。

鉴于此，后来不少天文学家决定集体为这个招惹是非的小行星命名，他们很快地取得了一致意见：把(55)号小行星取名为“潘多拉”。熟悉希腊神话的人或许都清楚，潘多拉是一

条“美女蛇”。主神宙斯为了抵消普罗米修斯盗火给人类带来的好处，特命火神塑造了一个美丽的少女，众神又为她精心修饰打扮，使她的模样楚楚动人，但却有一颗冷酷无情的心，并藏有一只装着一切灾难的盒子。潘多拉来到人间后，貌似温良的姿态博得了人们的信任。一天她偷偷地打开了盒子，顷刻间，战争、洪水、瘟疫、饥饿、淫盗、邪恶……争先恐后地飞了出来，于是人世间充满了各种无形的灾难，再也没有片刻的安宁。

(1566)号小行星的名字叫伊卡洛斯，这个名字起得名符其实。在希腊神话中，伊卡洛斯的父亲用蜡和羽毛为他们父子二人作上了翅膀，并得以从米诺王那里逃脱。然而儿子飞得太高兴了，竟忘记了父亲的警告，飞近了太阳，以致蜡被太阳融化。伊卡洛斯掉进大海淹死了。(1566)号小行星确实靠太阳很近，最近时只有2800万公里，在这样近的距离上，向阳面的表面温度高达600℃以上，别说是蜡，就是铝也会熔化。

“卖”小行星

小行星在天上，不是商品，怎么能卖呢？是的，正因为如此，才说大千世界无奇不有。

19世纪80年代，搜索小行星是件很时髦的事情，因为发现新小行星的人不仅可以得到优厚的奖金，甚至荣获皇家的褒赏，成为社会的名流贤达，而且发现者还有一个令人羡慕的

权利：为自己发现的小行星取名字。

正因为如此，所以在小行星的发现史上，就出现了这样一件看来荒诞不经的事：一个天文学家在报纸上登广告，要以250金镑的代价“出卖”他刚发现不久的一颗小行星的命名权。

这是为什么？是这位天文学家利欲熏心吗？不。这位天文学家名叫帕里沙，是奥地利人，自幼才华横溢，大学一毕业就当上了一个海军天文台台长，在他从事研究的50个春秋中，一共发现了125颗小行星，是个天文学界的佼佼者。可是这位教授从不屑于对上司阿谀奉承，因而事业上的成就并没有为他带来名利地位，相反却丢了饭碗，被迫到了维也纳天文台。

帕里沙一心扑在科学上，对于受到的不公正的待遇从不耿耿于怀。正因为这样，才使他成果累累，成为一个杰出的小行星问题权威。

根据计算，1886年8月29日将要发生一次日全食，最理想的观测地点在非洲。作为一个天文学家，怎么能放弃这样一次难得的机会呢？

当时帕里沙也决心要远渡重洋去非洲观测，可是生活清贫的帕里沙连路费也凑不齐，哪来供观测研究的经费呢？开始时他求助于政府，他向政府机关大力呼吁，可是皇家认为研究日全食不能掠夺到新的殖民地，因此一份份的申请报告、观测计划都石沉大海。帕里沙不得已，只能转向社会，为了科学的需要，他一时也只好违心地去拜访社会名流、富绅巨商。然而几个月下来，帕里沙没有一次不是满怀希望而去，双手空空而归。

时间一天天过去了。帕里沙不免心灰意冷。一天，他忽然灵机一动，想到了前几个月刚刚发现的小行星，于是他在报上登出一个颇具讽刺意味的广告：为了要到非洲观测日全食，愿意把刚发现不久的(250)号小行星的命名权转让他人，代价是250金镑。

广告刊出后，一位名门贵族便欣然前来求见。双方寒暄几句后，言归正转，三言两语，交易成功。阿尔拔·冯罗捷欣德男爵一面掏出金币，一面交给帕里沙一张纸条，上面写着他妻子的芳名——贝蒂娜。他希望让他的爱妻能在天空中神游。一个对天文学一窍不通的贵妇人，只是靠了金钱的"魔力"，居然也能堂而皇之地在天庭间分得一席之地。这是对当时社会制度的极大讽刺！

"月球人"的迷惑

1609年，伽利略将他那最原始的光学天文望远镜指向了月亮，成为世上最早见到月面真貌的人。从那以后，人们才知道，原来月球与地球是那么相似，那里也有高山峻岭，也有广袤的"海洋"，而且还有许多类似地球火山口的环形山。这使人们不禁想到：月亮岂不又是一个瑰丽多姿，丰富多彩，生机勃勃的世界！于是"月亮人"或"月球人"就在人们的丰富想象的头脑中产生了。

伽利略也相信月球上会有"月球人"，为了一睹这些地外

生灵的丰彩，他曾以极大耐心，通宵达旦地用他的望远镜凝视月面。半个世纪后，另一位天文学家又被“月球人”所迷惑，他是天王星的发现者赫歇耳。赫歇耳在观测月面时，有两次偶然发现月面上有奇异的辉光。他形容说“好像是燃烧的木炭，薄薄地蒙上一层热灰”，这种现象现在称为“月面暂时现象”，是由于局部活动和变化引起来的，可是当时赫歇耳也想入非非了，认为月球上有生灵活动。

对“月球人”抱有幻想的何止这二位大人物。伟大的“天空立法者”开普勒也曾满怀激情地写下了一部《梦游记》科幻小说，虽然文中介绍了许多关于月亮的科学知识，但也有自己的幻想，想象月球上有水也有空气。如果说开普勒是为了宣传科学而编写了他的科幻故事，那么在《梦游记》问世后整整两个世纪，美国却发生了一件为其他目的的“月亮骗局”。1835年，新创办的《纽约 太阳 报》急于打开局面争取读者，聘请英国作家理查德·亚当斯·洛克为之撰稿，这位作家决定写一些科学幻想故事，但是又虚虚实实，不确切说明所写的东西是真是假。恰好在不久之前，英国天文学家约翰·赫歇耳带了精良的望远镜到非洲南部的开普敦去观测南天极附近的星空。鉴于当时所有的天文学家和天文台无一例外地都在北半球，所以社会公众对赫歇耳的南下普遍投之以好奇的目光。

洛克觉得这正是大做文章的好机会。1835 年 8 月 25 日，《纽约太阳报》绘声绘色地描述了赫歇耳如何在南半球作出了种种(实际上毫无可能性的)发现。洛克写道，赫歇耳的望远镜放大倍率极高，竟能分辨开月面上仅有 45 厘米大小的物体，洛克描述了赫歇耳看见月亮上有罂粟似的鲜花，有紫松和枞树般的树木，有碧波荡漾的湖泊，还有一个角的巨大动

物。洛克同样描述了月亮上长着翅膀的人形动物。他说:"它们的姿势,尤其是手和臂的动作,看上去热情而有力,因此,我们推论他们是有理性的生物。"

许多人都盲目地相信了这一谎言,而且他们渴望知道尽可能多的细节。因此在一个短时期内,《纽约太阳报》成了世界上销路最好的报纸。然而,这个骗局很快就被拆穿了。没有一位天文学家不是一眼就识破了这类故事的荒唐无稽。因为无论是当时还是今天的天文学家都没有,也不可能拥有能够分辨月面上 45 厘米细节的光学望远镜。要得到这么高的分辨率,望远镜的口径至少也得有 570 米!

20 世纪,人类登上了月球,亲眼目睹了月球的表面风光。月球上有山有谷,有一些宽广的平原,这些大平原就是伽利略看到的"海",现在人们还称它们为"海",但这些海里没有一滴水。月球上没有空气,也没有风没有云,更不必说那幻想中的生物了,今天如果再有人编造出什么"月球人"的神话来,恐怕不会再有人上当了,然而另一种神话仍然在迷惑着人心:月球上以前是否来过外星人?

小故事四则

(1)铅笔尖跟踪谷神星

19 世纪初,意大利天文学家皮亚齐用望远镜发现了第一颗小行星——谷神星,但是,当这颗行星一接近太阳时,便很

快消失在太阳光里，从此再也找不到它了，再大的望远镜也无能为力。德国著名数学家高斯在近30岁时也在寻找这颗星，但是他不是用望远镜，而是用铅笔尖。他夜以继日地用铅笔在纸上算呀算呀，几天后终于算出了这颗小行星的轨道，并给出了小行星的准确位置。当天文学家们将望远镜指向高斯所告诉的方向时，果然就发现了它。因此后人称这一小行星是“铅笔尖跟踪的新行星”。

〈2〉天文学家的快乐

天文学家约翰·杰尔舍利临终时，神父在他床头喃喃地祈祷上帝赐于他天国之快乐。杰尔舍利不耐烦地打断神父的祷告说：“对我来说，最大的快乐，莫过于能看到月球的背面了。”

〈3〉巧“称”面积

1693年，哈雷受命计算英国面积及每个郡的面积。哈雷用当时最大最精的地图，首先在上面画一个圆，量得半径并算出其面积。然后将它剪下，称其重量，再把英国疆域剪下，称重量，得知英国地图重量是圆的4倍，从而确定了英国的面积。其计算值比现代测量值仅大3%，依次办法，各郡面积也可得出。

〈4〉妙喻

著名俄国学者罗蒙诺索夫曾写过一首幽默诗，形象地比喻“地心说”与“日心说”的争论。两天文学家去赴宴，酒席成了论战坛，一个说得慷慨激昂，一个争得唾沫四溅。哥白尼说：“地球一边自转，一边绕着太阳快快地转。”托勒玫说：“太阳领着一群行星，绕着地球飞快地转！”厨师听了哈哈大笑，摇着菜勺开腔发言：“让火炉绕着烤肉转，我烧了几十年菜，从来没看见！”

萨根打赌

卡尔·萨根是英国著名天文学家和科普作家，出生于1934年，小时候的理想就是当个天文学家，16岁考进了芝加哥大学攻读天文学，并获得了奖学金。9年以后，他带着天文学和天体物理学博士的学位离开了母校。

萨根才思敏捷，多才多艺。他自编、自导、自演的科学电视系列片《宇宙》在西方倍受欢迎。13集连播，每次观众上千万，估计总数超过1.5亿。由于《宇宙》的收看率空前，使得一向冷落科普节目的商业电视台刮目相看，纷纷仿效，形成了"科学电视热"。

萨根很会打赌。一次打赌要追溯到1957年，那时世界上还没有人造卫星。在一次宴会上，萨根出人意外地断言：美国人定将在1970年以前登上月球！一语既出，四座皆惊，这在当时简直是"痴人说梦"。因此有人和萨根打了赌，说绝对不可能。时隔不久，苏联卫星就进入轨道，美国人即奋起紧追。1969年7月21日，"阿波罗11号"飞船终于把两名宇航员送上了月球，萨根在规定期限之前5个月赢得了12年前下的赌注——一盒巧克力糖。

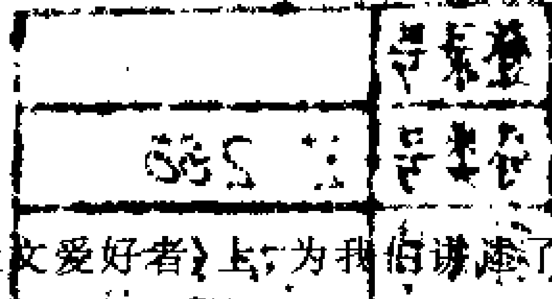
另一次打赌是关于金星的事。几百年来，金星一直被看成是地球的姐妹行星。由于它离太阳较近，又有浓密的大气层，所以天文学家们一直认为金星可能是个适合于生命存在

的世界。1956年对金星首次进行了射电探测，发现它发出的无线电辐射非常强烈，而这些电波应该发自温度高达300℃～430℃的区域。人们就用“金星上层大气炎热，地面却较冷”的说法来解释这一观测结果。卡尔·萨根从1961年～1968年间写了大约20篇有关金星环境的论文，始终反对“冷表面”说。他于1962年就指出，金星表面的平均温度约有430℃，平均表面大气压力是地球海平面处的50倍。当时有位著名的行星学家不服气，认为金星表面气压不会超过地球海平面处的10倍，他愿意以10对1的赌注就这个问题同萨根打赌。萨根欣然应战，拿10美元来赌那位学者的100美元。直到1970年底，苏联“金星7号”飞船首次在金星上软着陆，发回了这颗行星的环境数据：温度480℃，90个大气压。这甚至超过了萨根的预言，这次打赌他又赢了。

卡尔·萨根两次打赌获胜，并不是他有什么“超人”的智慧，能够预卜未来。在他的胜利中，浸透着长期奋斗和艰苦探索的汗水，丰富的知识是他获得胜利的力量。

失信的彗星预报

1986的，大名鼎鼎的哈雷彗星回归，为了迎接这一贵客的到来，从天文界到社会公众，早在几年前就开始了宣传，掀起了一场空前的“彗星热”。在这种热闹的形势下，吴铭蟾先生以《使天文学家受窘的科胡特克彗星》为题，在1982年第



10 期《天文爱好者》上，为我们讲述了一个他亲身经历的故事，颇有趣味。

1973 年 3 月 7 日，德国汉堡天文台的卢博斯·科胡特克在发现一颗新彗星后的第 8 天，又发现了一颗新彗星。那是一个 16 等星的小光点，按惯例也命名为科胡特克彗星。国际天文学会中央电报局局长马斯登首先算出它的轨道，12 月 29 日过近日点。用一般公式算了科胡特克彗星过近日点时的亮度是刚发现时的 2500 万倍！相当于提高 19 个星等，可同全天最亮的金星争辉。而马斯登用他自己的公式算出的结果是 -10 等！换句话说，天上将出现另一个上弦月，甚至白天也能见。哈佛大学教授里勒预测在 1974 年 1 月 15 日彗星离地球最近的那一天，长长的彗尾将在天空中伸展 18 度。

当时世界各国天文台已经在筹备 1986 年哈雷彗星回归时的观测计划，这颗超哈雷彗星的突然来到引起了轰动。国际天文学会第 15 专业组特地讨论了科胡特克彗星的预报和观测协调事宜，美国航宇局临时成立科胡特克彗星工作组。上百个地面天文台准备开动大小不同的光学和射电望远镜，天上的人造卫星“OAO - 3”、“OSO - 7”、空间探测器“水手 - 10 号”，以及载人的天空实验室都安排加入彗星观测行列，用紫外、可见光、红外直到射电波的多种方法组成“天罗地网”来探测这颗彗星的一切。

以搜罗或制造耸人听闻消息为专业的某些报刊当然不会放过这颗亮得惊人的彗星。各国报纸纷纷予以报导和渲染，给它戴上一顶“本世纪彗星”的桂冠。

从 12 月中旬到次年 1 月中旬，成千上万好奇的观众在预告的时间，指定的天区凝神眺望细心搜索，渴望一睹这位“天

文明星”的丰姿艳容。

谁知这位轻易荣获了桂冠的明星却始终不肯在天穹舞台上表演她那大放异彩的特别节目。热情的观众落得一场空。美国《华盛顿明星报》讽喻为“本月份的彗星”。面对千百万公众的质问，担任报幕员角色的天文学家信誉扫地，窘不可言。而彗星的发现者科胡特克本人随着1600多名兴致勃勃的观众乘伊丽莎白号游船专程到海上游弋观看彗星，结果什么也没见到。

直到1974年1月13日天黑后，人们才在西方天空发现了一肉眼可见的模糊的彗头加朦胧的彗尾。它远比不上1976年3月9日拂晓的威斯特彗星清晰，更比不上1965年11月的池谷——关彗星壮丽，据世界各地的目击者说，这个彗星既不亮也没有长尾，亮度比预计的要小得多。

为什么科胡特克彗星如此作弄天文学家们呢？天文学家们企图作出种种解释。有的说当时正值太阳活动弱，太阳风力不足，所以彗星亮不起来；有的说彗星内部发生了化学反应，抑制了气体粒子的扩散；还有的说刚发现时有冰壳，反射阳光，现冰壳消失……众说纷云，不一而足。

天文学家们不论怎样解释，科胡特克彗星都不屑一顾，它带着这一“亮度之迷”扬长而去，将在7500年后才能回来。让千秋万世后的天文学家们再考证吧！

彗星亮度变幻莫测的例子古来有之。提出彗星“脏雪球”理论的天文学家惠普尔曾告诫人们：“你想打赌，宁肯到赛马场去赌一匹马，千万不要赌彗星。”

［Ｇｅｎｅｒａｌ　Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝星海探秘
作者＝
页数＝１４４
ＳＳ号＝０
出版日期＝
Ｖｓｓ号＝６７８７５４５７